विज्ञान माला क्र. ३२

यंत्रकाम [भाग-१]

लेखक
शंकर गोपाळ भिडे

महाराष्ट्र राज्य
साहित्य आणि संस्कृति मंडळ

प्रकाशक,
सचिव
महाराष्ट्र राज्य
साहित्य आणि संस्कृति मंडळ,
सचिवालय, मुंबई, क्र. ४०००३२

मुद्रक,
ज्ञानमुद्रा
C–३९, रॉयल इंडस्ट्रीयल इस्टेट
वडाळा, मुंबई, ४०००३१

सजावट,
गांगल स्टुडिओ,
विसनजी पार्क, नायगाव क्रॉस रोड,
दादर, मुंबई ४०००१४

प्रथमावृत्ती,
सप्टेंबर १९७५, शके १८९७

मूल्य ९–५०

फोडिलें भांडार धन्याचा हा माल ।
मी तव हमाल भारवाही ॥

—तुकाराम

श्रेय नामावली

महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृति मंडळ, मुंबई

प्रा. डॉ. पु. का. केळकर
माजी संचालक,
इंडियन इन्स्टिटयूट ऑफ टेक्नॉलॉजी, मुंबई–७६

प्रा. डॉ. ब. सं. चित्तवाड्गी,
वैमानिक अभियांत्रिकी मंडळ,
इंडियन इन्स्टिटयूट ऑफ टेक्नॉलॉजी, मुंबई–७६.

प्रा. डॉ. य. ना. बापट,
वैमानिक अभियांत्रिकी मंडळ,
इंडियन इन्स्टिटयूट ऑफ टेक्नॉलॉजी, मुंबई–७६.

श्री. द. स. उदास, ठाणे,

श्री. सु. रा. शिंदे, ठाणे,

श्री. के. पी. राघवन,

श्री. सूर्यकांत राणे,

श्री. रघुनाथ उर्फ बुवा शिर्के,

सौ. पद्मजा भिडे, तसेच,

इतर असंख्य मित्रगणांस...........

निवेदन

आधुनिक शास्त्रे, ज्ञानविज्ञाने, तंत्र आणि अभियांत्रिकी इत्यादी क्षेत्रांत त्याच-प्रमाणे भारतीय प्राचीन संस्कृती, इतिहास, कला इत्यादी विषयांत मराठी भाषेला विद्यापीठाच्या स्तरावर ज्ञानदान करण्याचे सामर्थ्य यावे हा मुख्य उद्देश लक्षांत घेऊन साहित्य-संस्कृती मंडळाने वाङ्मय निर्मितीचा विविध कार्यक्रम हाती घेतला आहे. मराठी विश्वकोश, मराठी भाषेचा महाकोश, वाङ्मयकोश, विज्ञानमाला, भाषांतर माला, आंतरभारती-विश्वभारती, महाराष्ट्रेतिहास इत्यादि योजना या कार्यक्रमात अंतर्भूत केल्या आहेत.

२. मराठी भाषेला विद्यापीठीय भाषेचे प्रगल्भ स्वरूप व दर्जा येण्याकरिता मराठीत विज्ञान, तत्त्वज्ञान, सामाजिकशास्त्रे आणि तंत्रविज्ञान या विषयांवरील संशोधनात्मक व अद्यावत माहितीने युक्त अशा ग्रंथांची रचना मोठ्या प्रमाणावर होण्याची आवश्यकता आहे. शिक्षणाच्या प्रसाराने मराठी भाषेचा विकास होईल ही गोष्ट निर्विवादच आहे. पण मराठी भाषेचा विकास होण्यास आणखीही एक साधन आहे आणि ते साधन म्हणजे मराठी भाषेत निर्माण होणारे उत्कृष्ट वाङ्मय हे होय. जीवनाच्या भाषेतच ज्ञान व संस्कृती यांचे अधिष्ठान तयार व्हावे लागते. जोपर्यंत माणसे परकीय भाषेच्याच आश्रयाने शिक्षण घेतात, कामे करतात व विचार व्यक्त करतात तोपर्यंत शिक्षण सकस बनत नाही, संशोधनाला परावलंबित्व रहाते व विचाराला अस्सलपणा येत नाही. एवढेच नव्हे तर वेगाने वाढणाऱ्या ज्ञानविज्ञाना-पासून सर्वसामान्य माणसे वंचित रहातात.

३. वरील विषयांवर केवळ परिभाषाकोश अथवा पाठ्यपुस्तके प्रकाशित करून विद्यापीठीय स्तरावर अशा प्रकारचे स्वरूप व दर्जा मराठी भाषेला प्राप्त होणार नाही. सर्वसामान्य सुशिक्षितांपासून तो प्रज्ञावंत पंडितांपर्यन्त मान्य होतील अशा ग्रंथांची रचना व्हावयास पाहिजे. मराठी भाषेत किंवा अन्य भारतीय भाषांमध्ये विज्ञान, सामाजिक शास्त्रे व तंत्रविज्ञान या विषयांचे प्रतिपादन करावयास उपयुक्त अशा परिभाषासूची किंवा परिभाषा कोश तयार होत आहेत. पश्चिमी भाषांना अशा प्रकारच्या कोशांची गरज नसते. याचे कारण उघड आहे. पश्चिमी भाषांत ज्या विद्यांचा संग्रह केलेला असतो. त्या विद्यांची परिभाषा सतत वापराने रूढ झालेली असते. त्या शब्दांचे अर्थ त्यांच्या उच्चाराबरोबर वा वाचनाबरोबर वाचकांच्या लक्षात

येतात, निदान त्या त्या विषयांतील जिज्ञासूंना तरी ते माहीत असतात. अशी स्थिती मराठी किंवा अन्य भारतीय भाषांची नाही. परिभाषा किंवा शब्द यांचा प्रतिपादनाच्या ओघात समर्पकपणे वारंवार प्रतिष्ठित लेखांत व ग्रंथात उपयोग केल्याने अर्थ व्यक्त करण्याची त्यात शक्ती येते. अशातऱ्हेने उपयोगात न आलेले शब्द केवळ कोशात पडून राहिल्याने अर्थशून्य राहतात. म्हणून मराठीला आधुनिक ज्ञानविज्ञानांची भाषा बनविण्याकरिता शासन, विद्यापीठे, प्रकाशनसंस्था व त्या त्या विषयांचे कुशल लेखक यांनी मराठी भाषेत ग्रंथरचना करणे आवश्यक आहे.

४. वरील उद्देश ध्यानात ठेवून मंडळाने जो बहुविध वाङ्मयीन कार्यक्रम आखला आहे त्यातील पहिली पायरी म्हणून सामान्य सुशिक्षित वाचकवर्गाकरिता, इंग्रजी न येणाऱ्या कुशल कामगाराकरिता व पदवी/पदविका घेतलेल्या अभियंत्या-करिता सुबोध भाषेत लिहिलेली विज्ञान व तंत्रविषयक पुस्तके प्रकाशित करून स्वल्प किमतीत देण्याची व्यवस्था केलेली आहे. मंडळाने आजवर आरोग्यशास्त्र, शरीर विज्ञान, जीवशास्त्र, आयुर्वेद, गणित, ज्योतिषशास्त्र, भौतिकी, रेडिओ, अणुविज्ञान, सांख्यिकी, स्थापत्यशास्त्र, वनस्पतीशास्त्र इत्यादि विषयांवर ३२ दर्जेदार पुस्तके विज्ञानमालेत प्रकाशित केली आहेत. वस्त्रोद्योग, प्रकाशचित्रणकला, गणकयंत्रे, रंग, कृत्रिम धागे, पुस्तक बांधणी, मोटार दुरुस्ती, वैमानिक विद्या, आकाशयान, साखर-निर्मिती, पाणी पुरवठा, सीमेंट, वास्तुकला इत्यादी इतर अनेक विषयांवरील पुस्तके तयार होत आहेत.

५. प्रस्तुत 'यंत्रकाम—भाग १ श्री. शंकर गोपाळ भिडे यांनी लिहिले आहे. श्री. भिडे यांचे 'कातन यंत्राचे अंतरंग' हे पुस्तक मंडळाने आपल्या विज्ञान मालेत १९७२ मध्ये प्रकाशित केले. प्रस्तुत पुस्तकही मंडळाच्या विज्ञानमालेत प्रकाशित करण्यास मंडळास आनंद होत आहे.

लक्ष्मणशास्त्री जोशी,
अध्यक्ष,
महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृती मंडळ

वाई
आषाढ ९ शके १८९७,
टिळक पुण्यतिथी
दिनांक १ ऑगस्ट, १९७५,

म. रा. भिसे,
प्रशिक्षण सहसंचालक नि
शिक्षणार्थी उपसल्लागार

तंत्र शिक्षण विभाग,
महाराष्ट्र राज्य,
क्रमांक
मुंबई

पु र स्का र

महाराष्ट्र राज्यात शिक्षणाचे माध्यम मराठी झाल्यापासून निरनिराळ्या विषयांवरील मराठी पुस्तकात भर पडू लागली. तांत्रिक विषय अर्थातच यास अपवाद नव्हते. प्रस्तुत लेखकानेही ह्यापूर्वी कातकाम ह्या विषयावर मराठीतून पुस्तक लिहीले असून त्याला मागणीही समाधानकारक आहे असे कळते. याचा अर्थ असा की, असल्या पुस्तकांची जरूरी भासत होती.

श्री. भिडे यांनी प्रस्तुत यंत्रकाम भाग–१ हे पुस्तक लिहून आपली कामगिरी पुढे चालू ठेवली आहे. हेही पुस्तक लिहिताना त्यांनी बरेच परिश्रम घेतलेले आहेत. हेही पुस्तक प्रशिक्षणार्थ्यास उपयोगी होईल अशी आशा आहे.

ह्या विषयावर पुस्तके लिहिताना मुख्य अडचण पारिभाषिक शब्दांची आहे. पुष्कळसे शब्द अजून रूढ झालेले नाहीत व काही काही शब्दांना तर मराठीत प्रतिशब्द नाहीत. अशा प्रसंगी श्री. भिडे यांनी नवे शब्द बनवून घातले आहेत. हे शब्द बनविताना प्रचलित असलेले शब्द व हिंदीसारख्या भाषेमध्ये मान्य पावलेले शब्द लक्षात घेऊन बनविले आहेत. हा उपक्रम किती यशस्वी झाला हे वाचकानीच ठरवावे.

ह्या पुस्तकाला चांगला प्रतिसाद मिळून श्री. भिडे यांस आणखी पुस्तके लिहिण्यास प्रोत्साहन मिळेल अशी आशा आहे.

—म. रा. भिसे

दिनांक २२–११–७२

म नो ग त

अलिकडील काही वर्षांत बऱ्याचशा उद्योगधंद्यांतून एका बाजूने पगारवाढीची तर दुसरीकडून कामवाढीची मागणी सातत्याने होत आहे. एकीकडे असंतुष्ट कामगार तर, दुसरीकडे असंतुष्ट मालक असे चित्र दिसते. भारतामधील विकासाचा सध्याचा वेग, व, अपेक्षित वेग ह्यामध्ये अद्याप बरेच अंतर आहे. ह्याचा नैसर्गिक परिणाम एकूण जीवनमानाच्या पातळीवर झाला आहे. जीवनमानाची पातळी उंचावण्यासाठी हे अंतर जास्तीत जास्त लौकर भरून काढणे, एवढा एकच मार्ग शिल्लक रहातो. तो म्हणजे कामगाराची उत्पादकता वाढविणे हा होय.

भारतीय कामगार, व, जपानादी इतर औद्योगिक दृष्टचा पुढारलेल्या देशातील समान स्तरावरील कामगारांच्या गुणावगुणांची तुलना केल्यास, भारतीय कामगार त्याच्या बरोबरीच्या इतर कामगारांइतकाच कुशल, निपुण, कष्टाळू, व, मेहनती असल्याचे आढळून आले आहे. तर मग, अशा परिस्थितीत आमचा कामगार दरिद्री का? असा प्रश्न शिल्लक रहातो. ह्या प्रश्नाचे उत्तर राजकीय भूमिकेखेरीज इतरत्र शोधावे लागेल.

भारतीय उद्योगधंदे व कामगार चळवळीच्या गेल्या सत्तर वर्षाच्या इतिहासाचे अवलोकन केल्यास आपल्याला पुढील गोष्टी प्रकर्षाने आढळून येतील.

१) भारतीय कामगाराला शिक्षित करण्याचा जाणीवपूर्वक प्रयत्न फारसा कोणी केल्याचे दिसून येत नाही.

२) अशिक्षित गरजू कामगार कमी मजुरीवर काम करण्यास सहजासहजी तयार होत असल्याने मालक वर्गाने लांबलांबच्या ठिकाणाहून येणाऱ्या ह्या गरजू कामगारांनाच काम देणे जास्त पसंत केले. ह्या प्रश्नाला दोन बाजू आहेत. एक, कारखान्यापासून दूरच्या ठिकाणचे चारी दिशांतून आलेले कामगार नोकरीवर घेतल्यास कामगारांच्या एका गटाच्या सहाय्याने दुसऱ्या गटावर दडपण आणता येऊन काम घेता येत असे. (Hire and Fire Policy) ह्यासंबंधीचे उल्लेख कामगार विषयक प्रश्नांचा अभ्यास करणाऱ्या मासिकांतून आढळून येतील. पण, दूरच्या ठिकाणाहून आलेल्या कामगाराचे हितसंबंध त्याच्या गावी गुंतलेले असल्याने त्याचे मन केव्हाच "कामावर रहात नाही." यामुळे तो शरीराने जरी कामाच्या जागेवर

हजर असला; तरी, मनाने मात्र बहुधा इतरत्र हजर असतो. ह्याचा परिणाम म्हणजे, त्या कामगाराच्या हातून तयार होणाऱ्या मालाचा दर्जा निकृष्ट असतो. ही, ह्या प्रश्नाची दुसरी बाजू आहे. ह्या वस्तुस्थितीकडे फारसे कोणी लक्ष दिल्याचे दिसून येत नाही.

३) अलिकडील पदवीधर स्वतः पुढाकार घेऊन कामगारांना निःसंदिग्ध-पणे मार्गदर्शन करू शकत नाहीत.

४) एखाद्या अधिकाऱ्याने कधी कामगारांना विश्वासात घेऊन त्यांच्या अडिअडचणी सोडविण्याच्या कामी पुढाकार घेतला तर, इतर अधिकारी त्याच्याकडे संशयित दृष्टीकोनातून पहातात.

५) भारतीय कामगार पुढाऱ्यांपैकी फार मोठ्या वर्गाला कामगार कायद्याचा गंधही नसतो. इतकेच नव्हे तर पुढारीपण म्हणजे काय तेही ठाऊक नसते. अशा ह्या तथाकथित पुढाऱ्यांनी व त्यांच्या संघटनांनी कामगाराला शिक्षित करण्याचा व शिस्त–कामाची शिस्त (Work discipline) लावण्याचा प्रयत्न केल्याचे आढळून येत नाही. कामगाराच्या बेशिस्त वर्तनाबद्दल कामगारास ताकीद न देता उलट कामगाराची बाजू घेऊन हे तथाकथित कामगार पुढारी न्यायालयाकडे धाव घेतात.

६) भारतीय कारखान्यांतील व विद्यापीठांतील काही तथाकथित अधिकारी मंडळी आपल्या अधिकाराच्या खोट्या अहंगंडास बळी पडून, हाताखालील लोकांस कस्पटासमान लेखतात. हाताखालील मंडळीपैकी कोणास चांगली कल्पना सुचली, तर, तिचा साधा विचार देखील न केला जाता ती डावलली जाते. जणू काही, चांगली कल्पना सुचणे ही तथाकथित अधिकाऱ्यांची मिरासदारी आहे. वास्तविक पाहता, कल्पना कोणालाही, कुठेही, केव्हाही, व, कशीही सुचू शकते, त्याला स्थळ कालाचे अथवा सामाजिक दर्जाचे बंधन असूच शकत नाही. *

७) दिल्लीहून होणाऱ्या मुलकी अधिकाऱ्यांच्या नेमणुकांपासून ते तहत गल्लीतील शिपाईप्याद्याच्या नेमणुकीपर्यन्त बऱ्याच वेळा अयोग्य इसम वशिलेबाजीकरून लावले जातात. समान गुणवत्ता धारण करणारे दोन उमेदवार असल्यास त्यातला एकजण ओळखीवर लागल्यास सहसा कोणाचा दोष लागू नये. ८

८) वर उल्लेख कल्याप्रमाणे भारतीय कामगार अशिक्षित असल्याने व जवळ जवळ सर्वच यांत्रिकी, व, अभियांत्रिकी साहेबाच्या भाषेत असल्याने, काम जास्त

* Enterprise And Factors Affecting Its Operations–I. L. O.

८ लाल किल्ल्याच्या छायेत—न. वि. तथा काकासाहेब गाडगीळ

चांगले करण्याच्या पद्धती, चुका करूनच त्याला आत्मसात कराव्या लागतात. अशा प्रकारे भारतीय कामगार पोटाच्या विद्येपासून वंचित केला गेला आहे, व, त्याच वेळी त्याच्या कानात, अधिकाधिक जालीम विष नित्य ओतले जात आहे.

आई जेवू घालीना, व, बाप भीक मागू देईना अशा स्थितीत, भारतीय जनता व विशेषत: कामगार सापडला असून तो दिससेदिवस जास्त निराश व अगतिक होत आहे. ह्या सर्व परिस्थितीत संप, मोर्चे, टाळेबंदी, व, घेराव दिसतात त्यात नवल ते काय? रोज उठून दगडफेक व गोळीबार न झाले तरच नवल, ह्या रोजच्या त्याच त्या जीवनामुळे (Monotony) सर्वत्र जास्त विफलता दिसून येते. ★
ह्या सर्व भीषण परिस्थितीवर नेमका उपाय केलेला नाही, उलट, अशास्त्रीय उपायांनी निश्चित स्वरूपाचा अपाय मात्र झाला आहे. तथापि, अद्याप देखील परिस्थितीवर मात करता येण्यासारखी असून त्यासाठी औद्योगिक मानसशास्त्र (Industrial Psychology) व औद्योगिक अभियांत्रिकी (Industrial Engineering) ह्या दोन शास्त्रांत तज्ञांनीं केलेल्या संशोधनाचा बराचसा उपयोग होण्यासारखा आहे. ह्यासंबंधात पुढील बाबी अवश्य विचारार्ह वाटाव्यात.

१) आपण करीत असलेल्या प्रत्येक क्रियेचा, आपल्या समाजावर अंती बरा-वाईट परिणाम होतो, ही भावना प्रत्येकाच्या मनात रूजविणे जरूर आहे.

२) "कमकुवत व आजारी उद्योगधंदे" शासनाने व्यवस्थापन करण्याहून जास्त महत्वाची गोष्ट म्हणजे, वरील शास्त्रांवर आधारून कमकुवत उद्योगधंद्यांचे केवळ व्यवस्थापनच नव्हे तर वय:स्थापन (Revitalization) करणे जास्त जरूर आहे.

३) उद्योगधंद्यांतून नेमणुका करताना, शक्यतोवर, वरच्या स्तरावर नेमणुका न करता खालच्या स्तरावरच कामगारांची व अधिकारी वर्गाची भरती करावी. ह्यामुळे दोन फायदे होतील. एक, प्रत्येकास बढतीची/मोबदल्याची शाश्वती मिळेल. दुसरा फायदा म्हणजे, समाजाच्या खालच्या स्तरावर सुबत्ता वाढून उपभोग्य वस्तूंना फार मोठ्या प्रमाणावर मागणी वाढून नवीन उद्योगधंदे उभारता येतील, व, त्या प्रमाणात अप्रत्यक्ष रोजगार (Indirect employment) वाढेल.

४) आज पुष्कळ ठिकाणी अस्तित्वात असलेल्या हुकुमशाही व्यवस्थापन (Dictatorship management) ऐवजी सहकारी तत्वांवर आधारित विनिमयवादी व्यवस्थापन (Participating management) अस्तित्वात आणणे जरूर आहे.+ त्यामुळे सर्वांचे अवश्य ते सहकार्य मिळेल असा विश्वास वाटतो.

★ Industrial Psychology – J. Munro Fraser
+ Douglas Mc Gragor, His Management Theory "Y" – S.A. Sapre

५) नोकरवर्गाला, ग्राहकाला, व, पत पुरवठा करणाऱ्यांस चांगले काम करण्यास सतत उद्युक्त करण्याजोगी परिस्थिती (Motivation of people) निर्माण करावी. प्रत्यक्ष व्यवहारात आणण्याजोग्या कल्पना, सूचना कोणी केल्यास त्यावर अवश्य विचार होऊन त्याच्या जनकास पुरेशा प्रमाणात वाजवी व योग्य असा मोबदला द्यावा. X

६) प्रत्येक कामाचा, शास्त्रीय दृष्टीकोनातून कार्याभ्यास (Work study) करावा, व, त्याप्रमाणे कार्यवाही करावी.

७) कामगारांना काम करण्याच्या चांगल्या, व, शास्त्रीय पद्धती त्यांना समजणाऱ्या भाषेत (शक्यतो त्यांच्या मातृभाषेत) शिकवाव्यात. तसेच,

८) एवंगुणविशिष्ट उत्पादकता वाढीस, ज्या ज्या क्रियेमुळे चालना मिळण्याजोगी असेल ती ती प्रत्येक क्रिया अवश्य करावी.

वरील सर्व विवेचन केल्यानंतर थोडक्यात असे म्हणता येईल की, "तुम्हाला उद्या उद्योगधंद्यात उभे राहृयचे असेल तर, कालच्या पद्धती वापरून आज चढाओढ करता येणार नाही." (Don't try to compete to-day, using yesterday's methods if you expect to be in business to-morrow). ‡
नव्या समस्या सोडविण्यासाठी नव्या तंत्राची आवश्यकता असते.

तंत्र विज्ञानाभ्यास क्षेत्रात आजपर्यंत इंग्रजी अंमलाखाली मराठीला फारसे स्थान नव्हते. त्यामुळे, मराठीतील शास्त्रीय परिभाषा अविकसित असणे अगदी सहाजिक आहे. आपण असेही म्हणू शकू, की, परिभाषा ह्या स्वरूपात मराठीतील शास्त्रीय परिभाषा अस्तित्वातच नव्हती. आज ती नव्याने निर्माण होत आहे. **म्हणून अशा ह्या १०० टक्के स्वदेशी भाषेत पुस्तके निर्माण केल्यास देशाच्या औद्योगिकरणाला चांगलाच वेग प्राप्त होईल.** ⁜

कामगारास त्याच्या मातृभाषेत शास्त्रीय ज्ञान उपलब्ध करून दिल्यास त्याची उत्पादकता बऱ्याच प्रमाणात वाढविणे शक्य आहे. ह्या दिशेने एक प्रयत्न म्हणून लेखकाने सुमारे दहा वर्षापूर्वी "कातकाम मार्गदर्शक" हे, कातन यंत्रावर काम कसे करावे त्याची सविस्तर माहिती देणारे पुस्तक वाचकांस सादर केले. त्यानंतर कातन यंत्र कसे बनवितात त्याची माहिती देणारे "कातन यंत्राचे अंतरंग" हे पुस्तक तयार केले. ह्या दोन पुस्तकांच्या संदर्भात समाजातील विविध थरातील लोकांशी केलेल्या चर्चेवरून, तसेच वाचकांनी ह्या पुस्तकांच्या केलेल्या स्वागतावरून, एक गोष्ट निश्चितपणे सिद्ध झाली आहे. ती ही की, आज वाचकाला मातृभाषेत लिहिलेल्या

X "How Money Motivates Man" — Readings In Management
‡ How To Control Production Cost — Phill Carroll
⁜ Impact of Eastern Languages In The Technical Field ' –F.E. Wallwork
—Seminar On Technical & Scientific Translations – INSDOC 1965

अशा प्रकारच्या इतरही शास्त्रीय, वैज्ञानिक पुस्तकांची अत्यंत गरज आहे. सुशिक्षित मराठी समाजास हे एक आव्हान आहे.

भारतीय भाषेत तयार केल्या जात असलेल्या पुस्तकांबाबत काही मंडळी असा आक्षेप घेतात की, शास्त्रीय ज्ञान प्राप्त करून घेण्याला मराठी व इतर भारतीय भाषा तोकड्या पडतात (जणू काय देशी भाषा म्हणजे मागासलेल्या आहेत). ह्या संदर्भात पुढील विचारधन अवश्य मननीय वाटेल.

"मूळ आर्यभाषा किंवा आर्योद्भव भाषा हा एक भाषासंघ किंवा 'भाषा वंश' आहे. हा अत्यंत प्राचीन पण अत्यंत अद्ययावत् आहे. हा अत्यंत पुरातन पण अत्यंत सुधारलेला आहे. हा अत्यंत दीर्घायुषी पण सर्जनक्षम आहे. हा अत्यंत संपन्न पण अत्यंत नम्र असा जगाच्या पाठीवरील एक अद्वितीय भाषासंघ आहे. ह्या भाषा-संघाचा कालदृष्ट्या विस्तार काही तरी दहा हजार वर्षामागे जाईल. स्थल दृष्ट्या विस्तार सर्व ज्ञात जग व्यापून उरण्याइतका आहे. ह्या भाषा बोलणाऱ्या लोकांनी जग कित्येक वेळा पादाक्रांत केले व कित्येक साम्राज्ये स्थापिली, पॅसिफिक महा-सागराच्या तळापासून ते गौरीशंकरापर्यन्तचे क्षेत्र त्यांनी तपासले. त्यांनी सूर्यावरील डाग शोधले. त्यांनी मंगळावरील जीवात्म्याशी संभाषण करण्यापर्यन्त मजल नेली. द्रव्यच्छेदन करून अणूच्या सामर्थ्याचा तपास लाविला. भौतिक, दैविक, आध्यात्मिक शास्त्रे व कला ह्यांमध्ये ह्यांचा प्रयत्न पराकोटीस गेला आहे." ×

जगातील कोणत्याही समाजाच्या भाषा इतकेच काय पण वेदोक्त म्हटली जाणारी गीर्वाण भाषा, की जी, सर्व भारतीय भाषांच्या मातृस्थानी समजली जाते. ती धरून सर्व भाषा अखेर मानव निर्मितीच आहेत. ℴ कोणत्याही समाजाच्या भाषा पुढील प्रमुख तत्वांना अनुसरून सिद्ध केल्या गेलेल्या आहेत.

१) पारंपारिक शब्दांचा उपयोग करून,

२) शब्दांना विशिष्ट अर्थ प्राप्त करून देऊन,

३) काही प्रमाणात भाषेतील शब्द कोशात घेऊन, तर या उलट काही प्रमाणात कोशातील शब्द भाषेत घेऊन, व

४) विविध भाषा भगिनींबरोबर दुतर्फा देवाण–घेवाण करून.

मातृभाषेत व्यवहार करणे व पुस्तके निर्माण करून वाचकाच्या बुद्धिला चालना देणे, हा, राष्ट्रीय अस्मिता जागृत करणाऱ्या कित्येक मार्गांपैकी एक मार्ग

× मराठी भाषा—उद्गम व विकास—प्रा. कृ. पां. कुलकर्णी

ℴ धर्मरहस्य–कै. डॉ. वा. के. दप्तरी

आहे. म्हणून, (आज) **आपण भाषा घडवु या, म्हणजे (उद्या) भाषा आपणाला घडवील** (Let us make the lenguage, so that language may make us.) भारतीय घटनेतील ह्या मार्गदर्शक तत्त्वाप्रमाणे भारतीय भाषेत पुस्तके उपलब्ध करून देणे ही आजची अत्यंत महत्वाची अशी एक मूलभूत गरज आहे.

राज्यकर्त्यांच्या भाषेचा नेहमी जनतेच्या भाषेवर प्रभाव पडत असतो. एक प्रकारे जित भाषेवर, जेत्यांच्या भाषेचे आक्रमण होत असते. भारतातील सर्वच भाषांवर थोडया बहुत प्रमाणात हे आक्रमण मोंगली भाषेकडून झालेले होते. ह्या आक्रमणाचे प्रमाण जितक्या प्रमाणात जास्त तितक्या प्रमाणात पराजित जनतेवर जेत्यांच्या संस्कृतीचा नकळत प्रभाव पडतो. हिंदी व बंगाली भाषांवर फारसी, अरेबी व उर्दू भाषांचे झालेले आक्रमण वेळेवर न परतविल्याने आज आपणांस बंगाल व पंजाब ह्यांचे निम्मे क्षेत्र गमवावे लागले आहे. + महाराष्ट्रात मराठी भाषेवर झालेले भाषेचे आक्रमण छत्रपती शिवाजी राजे परतवून लावू शकले हा इतिहास आहे.

छत्रपति शिवरायांनी 'राज्य व्यवहार कोश' निर्माण करविण्याचा प्रचंड उद्योग केला. राज्यव्यवहार कोश निर्मितीपूर्वी इ. स. १६२८ मध्ये तत्कालीन मराठीमध्ये, 'मराठीचे' प्रमाण १४.४ टक्के होते. तेच, राज्य व्यवहार कोश निर्मिती-नंतर काही वर्षातच म्हणजे इ. स. १६७७ त ते ६२.४ टक्के पर्यन्त वाढले, असे मत इतिहासाचार्य विसुभाऊ राजवाडे यांनी दिल्याचे आढळून येते.८ ह्यानंतर मराठी सारस्वतात भाषा शुद्धीचा प्रयत्न "मालाकार" श्री. विष्णुशास्त्री चिपळोणकर यांनी वाघिणीचे दूध काढून केला, व, स्वतः मराठी भाषेचे शिवाजी असल्याचे सिद्ध केले. खरोखर, ह्या दोन शिवाजींचा मराठी भाषा आहे तोवर महाराष्ट्रास विसर पडणार नाही. शास्त्रीबोवांचे नंतर डॉ. श्रीधर व्यंकटेश केतकरांनी महाराष्ट्रीय ज्ञानकोशाचा प्रचंड व्याप करून जवळ जवळ सर्व जगातील ज्ञान थोडक्यात मराठीत आणले महाराष्ट्रीय ज्ञानकोश, ब्रिटानिका एनसायक्लोपिडीआ ह्या जगन्मान्य कोशाच्या तोडीचा समजला जातो. डॉ. केतकरांची मते विद्वानांना पुष्कळदा जरी एकांगी व आत्यंतिक वाटली असली, तथापि, केतकरांच्या ह्या कार्याबद्दल सर्व विद्वानांचे एकमत असल्याचे दिसते. पुढे केतकरांच्याच प्रभावळीत तयार झालेल्या एकाहून एक विद्वान मंडळींनी प्रसंगी पदरमोड करून शास्त्रीय विषयांवर मराठीत लिखाण केले. ह्याच सुमारास स्वातंत्र्यवीर सावरकरांनी भाषा शुद्धि आंदोलन उभारून आधुनिक मराठी भाषेमध्ये फार मोलाची भर घातली. **आज भाषाशुद्धिबरोबरच भाषा समृद्धीचीही फार गरज आहे.**

\+ भाषा शुद्धि—स्वातंत्र्यवीर वि. दा. सावरकर

८ शासन व्यवहारात मराठी—भाषा संचालनालय, महाराष्ट्र शासन

पाण्याप्रमाणेच, मातृभाषा हे 'जीवन' आहे. पाणी जसे, प्रथम विस्तार पावून जेथे शक्य असेल तेथे मुरते, व, तेथेच आपल्याला हिरवळ उगवलेली दिसते; नेमके त्याचप्रमाणे, मातृभाषेत शास्त्रीय ज्ञान उपलब्ध करून दिल्यास, आज देशभर होऊ घातलेल्या 'हरित क्रांतीला' बरीच मदत होण्यासारखी आहे.

शासनाची भाषा नेहमी जनतेची भाषा होते हे आपण पूर्वी पाहिले. आज महाराष्ट्र शासनाने भाषा संचालनालय सुरू करून त्याद्वारे मराठीत शास्त्रीय परिभाषेचा कोश निर्माण करण्याच्या कामाचा ओनामा केला आहे. तसेच साहित्य व संस्कृती मंडळातर्फे तांत्रिक, शास्त्रीय, वैज्ञानिक वगैरे विषयांवर मराठीत पुस्तकेही प्रसिद्ध करविली आहेत. तथापि पुष्कळदा लोकांना देशी भाषेत शास्त्रीय शब्द सध्या उपलब्ध नसल्याने पुढे काय? असा प्रश्न पडतो, व तोही सहाजिकच आहे.

परिभाषा निर्मितीचेही आता शास्त्र झाले असून परिभाषेची लक्षणे कोणती? व, ती सुयोग्य रीतीने तयार व्हायची तर त्याची पद्धती कोणती? याचा युनेस्कोसारख्या जागतिक संघटनेने विचार केला आहे. तांत्रिक अनुवाद व भाषाविषयक प्रश्नांसंबंधी या संस्थेने जे प्रतिवेदन तयार केले आहे त्यात प्राध्यापक ऑगस्टिनो सेव्हेरिनो यांनी परिभाषा तयार करताना तिच्या विशिष्ट स्वरूपाचा व लक्षणांचा निर्देश केला आहे. ती लक्षणे येणेप्रमाणे [पहा :– शासन व्यवहारात मराठी – भाषा संचालनालय, महाराष्ट्र राज्य]

१. एकार्थता,	४. सघनता,	७. संगती,
२. स्पष्टार्थता,	५. अल्पाक्षरता,	८. शब्दसौष्ठव, व,
३. एकरूपता,	६. सातत्य,	९. अर्थवत्ता.

ह्या मुख्य तत्वांना अनुसरून महाराष्ट्र शासनातर्फे तांत्रिक व वैज्ञानिक परिभाषा निर्मितीचे कार्य चालू आहे. सदरहू पुस्तकात त्या परिभाषेचा योग्य तेथे वापर केला आहे. तथापि, सर्वच परिभाषा कोश निर्माण होईपर्यन्त पुस्तकाचे लिखाण थांबवणे शक्य नसल्याने डॉ. रघुवीरांनी परिश्रमपूर्वक तयार केलेल्या कोशाचाही उपयोग केला आहे. [English–Hindi Technical & Scientific Dictionary—Raghu Vira] तसेच आवश्यक तेव्हा वरील मार्गदर्शक तत्वे लक्षात घेऊन लेखकाने स्वतःच काही शब्द तयार करून वापरलेले आहेत.

वरील सर्व परिस्थितीचा विचार करून मान्यवर वाचक मागील दोन्ही पुस्तकांप्रमाणे ह्याही पुस्तकाचे स्वागत करतील असा विश्वास वाटतो.

शंकर भिडे

दिनांक २५–१–१९७२

अनुक्रम

परिशिष्ट

सुरक्षे बाबत सूचना

१ यंत्राच्या प्रत्येक नियंत्रण साधनाचा उपयोग समजावून घेतल्याखेरीज कोणतेही यंत्र चालू करू नका.

२ यंत्रावर काम करतेवेळी शक्यतो आखूड व घट्ट कपडे वापरा.

३ लांब केस व लांब नखे वाढवू नका.

४ कोणतीही जड वस्तू उचलण्यासाठी शक्यतो, यांत्रिक मदत घ्या अगर सहकाऱ्याची मदत घ्या.

५ रुपित्राच्या विसर्पी मेषासमोर उभे राहू नका.

६ यंत्र पूर्णपणे थांबण्यापूर्वी यंत्रपटलावरील कचरा काढू नका.

७ यंत्राला लावलेली सुरक्षा साधने यंत्र वापरात असताना काढू नका.

८ तुमचे यंत्र तुम्ही स्वतःच चालू अगर बंद करा. दुसऱ्या इसमास हे काम करू देऊ नका.

९ कर्तनी हत्यारांना धार लावतेवेळी डोळ्यांचा संरक्षक चष्मा लावा.

१० कोणत्याही यंत्रावर शरीराचा बोजा टाकून अगर पाय ठेवून उभे राहू नका.

११ कोणतीही शंका असल्यास यंत्रशाळा पर्यवेक्षकास अथवा कार्यदेशकास विचारा.

१२ अपघात झाल्यास यंत्र लगेच बंद करा. अपघाताची खबर तातडीने पर्यवेक्षकास द्या, व, प्रथमोपचार करा.

वरील सर्व सूचना व पुढील पानांतील मजकूर डोळसपणे वाचा. त्यामुळे काम जास्त सुरक्षित होईल, कामाचा दर्जा सुधारेल व तुमची उत्पादकता वाढेल.

१ कर्तनी हत्यारे व धातु कापण्याची क्रिया

रुपित्रावर धातू कापणारी हत्यारे उच्च कर्ब पोलादाची तसेच तीव्र गती पोलादाची बनविलेली असतात. पैकी उच्च कर्ब पोलादाची हत्यारे चढत्या दाबाने काम करू शकत नसल्याने त्यांचा सहसा वापर केला जात नाही. उद्योग धंद्यांमध्ये एकूण सात धातुंपासून बनविलेली हत्यारे वापरतात. हत्यारांची निवड करण्यासाठी पुढील बाबी विचारात घ्याव्या लागतात.

१) नगाचा प्रकार, त्याचा आकार वगैरे,
२) नगाची धातू व तिचे गुणधर्म,
३) हत्यारास द्यावयाची गती,
४) यंत्राची यांत्रिक क्षमता,
५) यंत्राच्या पायाची मजबुती, व
६) कामाच्या अचुकतेचे अनुज्ञेय प्रमाण,

धातू कापणारी हत्यारे पुढील सात धातू अगर धात्वेतर वस्तूंपासून बनवितात.

१) उच्च कर्ब पोलादी हत्यारे ::—ही हत्यारे धातू कापण्याचे काम करताना हत्याराच्या धातू कापणाऱ्या भागाचे उष्णतामान अंदाजे २०४° ते २६०° सेंटिग्रेड पर्यंत जाते. अशा वेळेस काम करू शकत नाहीत. सलोह धातू कापण्याचे काम इतक्या कमी तपमानात होऊ शकत नाही. म्हणून कर्ब पोलादी हत्यारे सध्या अजिबात वापरात येत नाहीत.

२) **मिश्र कर्ब पोलादी हत्यारे** :—ही हत्यारे ज्या मिश्र कर्ब पोलादाची बनवितात त्यात उच्च कर्ब पोलाद ही महत्वाची व मुख्य धातू होय. त्याखेरीज हत्याराची झीज रोधकता (wear resistance) वाढविण्यासाठी त्यात चण्डातु (Tungsten) वर्णातु (Cromium) अगर रोचातु (Vanadium) पैकी एक अगर जास्त धातू मिश्र करतात. ह्या धातूच्या हत्याराचा उपयोग विशेषकरून मध्यम गतीने हत्यार चालवून धातू कापण्याकडे केला जातो.

३) **तीव्र गती पोलादी हत्यारे** :—तीव्र गती पोलादी हत्यारे झीज रोधक (wear resisting) कडक व वाढीव तपमानात काम देऊ शकणारी असतात. ह्या हत्याराच्या धातूमध्ये पुढील द्रव्ये असतात. ×

× १) American Society of Metals.
२) कातकाम मार्गदर्शक :—शं. गो. भिडे

१. कर्ब (Carbon)	0.670 टक्का
२. लोहक (Manganese)	0.270 टक्का
३. सैकजा (Silicon)	0.230 टक्का
४. भाख्व्य (Phosphorus)	0.015 टक्का
५. गंधक (Sulphur)	0.020 टक्का
६. चण्डातु (Tungsten)	16.500 टक्के
७. वर्णातु (Cromium)	4.300 टक्के
८. रोचातु (Vanadium)	0.820 टक्का

हया धातूचा विशेष असा आहे की हत्यार योग्य त्या कोनात घासलेले असल्यास तसेच उचित असे औष्णिकोपचार केलेले असल्यास धातू कापीत असताना ते जरी तापून लाल झाले तरी त्याची कार्यक्षमता कमी होत नाही. हया धातूपासून बनविलेल्या हत्यारांच्या कामाचा वेग मिश्र कर्ब पोलादी हत्यारांपेक्षा जवळजवळ दीडपट ते दुप्पट जास्त असतो. वरील मिश्रणाच्या प्रमाणाखेरीज आणखीही बऱ्याच जातीची मिश्रणे असलेली तीव्र गती पोलादी हत्यारे बाजारात मिळतात. पैकी काही विविध प्रकारची मिश्रणे शेजारील तक्ता क्रमांक १.१ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे आहेत. आधुनिक औद्योगिकरणाची कर्तन हत्यारांची वाढती गरज भागविण्यासाठी व हया तीव्र गती पोलादापेक्षा जास्त कर्तन दाब (cutting force) सहन करू शकतील अशी हत्यारे सध्या बनविली जातात.

४) **स्टेलाईट हत्यारे :**—ही हत्यारे निर्लोह धातूंपासून बनविली जातात, व हया हत्यारांच्या धातूचे रासायनिक मिश्रण पुढीलप्रमाणे असते. +

१. वर्णातु (Cromium)	28 ते 32 टक्के
२. केत्वातु (Cobalt)	48 ते 53 टक्के
३. चण्डातु (Tungsten)	12 ते 10 टक्के
४. कर्ब (Carbon)	2 टक्के.

+ १) Encyclopaedia of Chemical Technology.
—Kirk Othmer.

२) कातकाम मार्गदर्शक—शं. गो. भिडे.

तक्ता क्र.१.१

हत्याराचा क्रमांक.	चण्डातु Tungsten	वर्णातु Cromium	रोचातु Vanadium	केत्वातु Cobalt	मौलातु Molyb	बोरातु Boron
T 1	18.00	4,00	1.00	...	...	...
T 2	18.00	4.00	2.00	...	...	...
T 3	18.00	4.00	3.25	...	...	...
T 4	18.00	4.00	1.00	4.00	...	...
T 5	18.00	4.00	2.00	8.00	...	...
T 6	22.00	5.00	1.50	12.00	...	...
T 7	14.00	4.00	2.00	...	...	...
T 8	14.00	4.00	2.00	5.00	...	...
M 1	1.50	4.00	1.00	...	8.00	...
M 2	6.00	4.00	2.00	...	5.00	...
M 3	6.00	4.00	3.00	...	5.00	...
M 4	5.50	4.50	4.00	...	4.50	...
M 6	4.00	4.50	1.50	12.00	5.00	...
M 10	...	4.00	2.00	...	8.00	...
M 20	...	4.00	1.00	2.00	8.00	थोडेसे
M 30	1.50	4.00	1.00	4.00	8.00	...
M 32	2.00	4.00	1.00	5.00	8.00	...
M 35	2.00	4.00	2.00	8.00	8.50	...
M 36	6.00	4.00	2.00	8.00	6.00	...
M 40	...	4.00	1.50	8.00	8.00	थोडेसे

*The New American Machinists' Hand Book.

ह्या धातूच्या हत्यारांना बाजारात मुख्यत्वे तीन निरनिराळ्या विशेष नावानी (Commercial names) संबोधतात.

१) स्टेलाईट (Stellite).

२) रेक्सालॉय (Rexalloy).

३) टॅन्टवंग (Tantung).

ह्या धातूच्या हत्याराचा विशेष असा आहे की, ह्या हत्यारांचे सहाय्याने करावयाचे काम पूर्वी सांगितलेल्या धातूंच्या हत्यारांपेक्षा २५ टक्के कमी वेळात करता येते. मात्र ह्या धातूंची हत्यारे तीव्र गती पोलादी हत्यारापेक्षा जास्त कडक असतात. त्यामुळे ह्या हत्यारांचे सहाय्याने, घडकाम केलेल्या नगावर व ओतीव नगावर जोपर्यन्त तुटक कात (cut) निघते अशावेळी धातू कापू नये.

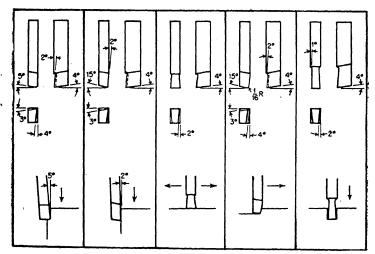
५) **कार्बाईडची हत्यारे** :—वर वर्णिलेल्या कोणत्याही हत्यारापेक्षा सदरहू हत्यारे जास्त वाढीव कर्तन दाबात काम करू शकतात. ही हत्यारे चण्डातु (Tungsten) रंजातु (Titanium), टॅंटलम (Tantalum) अगर निओबिअम् (Niobium) ह्यापैकी कोणत्याही एका खनिजाच्या कार्बाइडपासून बनविलेली असतात. बीड, ॲल्यूमिनीयम, निर्लोह मिश्र धातू, प्लास्टीक व फायबर यांवर वापरण्यासाठी वरीलपैकी चण्डातु कार्बाइड (Tungsten carbide) हत्यारे वापरतात. पोलादी नगाचे यंत्रण करण्यासाठी चण्ड-रंजातु कार्बाइड (Tungsten-titanium Carbide) हत्यारे वापरतात. (आ. क्र. १.१ पहा).

आ. क्र. १.१

कार्बाईडच्या कर्तकांचे मुख्य दोन प्रकार बाजारात उपलब्ध आहेत. एका प्रकारांत कार्बाईडचा लहानसा तुकडा प्रघात रोधक (Impact resisting) उच्च कर्ब पोलादी तुकड्यावर विशेष प्रक्रियेने दाब देऊन वितळ जोडलेला असतो. वापरून हत्याराची धार झिजल्यानंतर हत्यारास शाणन करावे लागते. दुसऱ्या प्रकारच्या हत्यारांत कार्बाईडचा लहानसा तुकडा आधीच योग्य त्या कोनात शाणन केलेला तयार मिळतो व तो हत्यारे उत्पादकांकडून मिळत असलेल्या कर्तक धारकांमध्ये आवळून वापरतात. काम करीत असताना हे कर्तकांचे तुकडे झिजले असल्यास ते परत शाणन न करता फेकून दिले जातात.

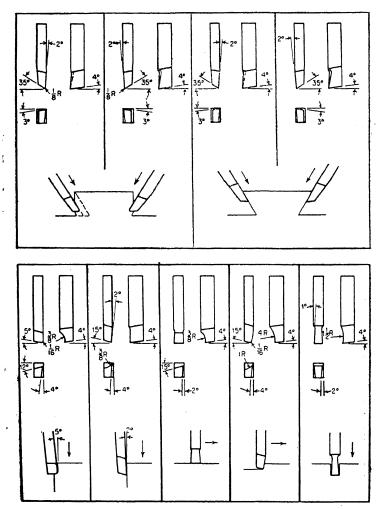
६) **हिरकणीपासून बनविलेली हत्यारे** :—ह्या हत्यारांचे सहाय्याने जास्तीत जास्त कडक धातू देखील सहजतेने कापता यते. मात्र, ह्या हत्यारांचा उपयोग खास करून अत्यंत कडक बीड, ओतीव पोलाद, ओतीव निर्लोह धातू, तसेच प्लास्टीक वगैरे धातू व धात्वेतर वस्तू कापण्याकडे केला जातो. ह्या हत्यारांची झीज अत्यंत कमी होत असल्याने सदर हत्यारे बराच काळपर्यंत काम देऊ शकतात. ही हत्यारे फार ठिसूळ

असल्याने, ज्यावेळेस धातू कापली जाताना मध्येच कापण्याची क्रिया बंद पडते अगर कधी नगावर सलग धातू नसते अशा वेळी हे कर्तक तुटण्याची शक्यता असते.

७) **सिरॅमिकची हत्यारे:**—ही हत्यारे निस्सादित स्फटयातु (Aluminium oxide) तसेच सैकजा (Silicon) पासून बनवितात. ह्या हत्यारांमुळे धातू अत्यंत वेगवान गतीत कापता येते. ह्या हत्यारांच्या सहाय्याने धातू कापू शकणारी यंत्रोपकरणे अद्यापपर्यंत भारतात तयार केली जात नाहीत. तसेच ही हत्यारे इतकी कडक असतात की अत्यंत कडक धातू देखील ती सहजतेने कापू शकतात. व अशा परिस्थितीत देखील ती जराही गरम होत नाहीत.x तथापी ही हत्यारे सहसा कोणी वापरीत असल्याचे ऐकिवात नाही. रूपित्रावर (Shaping machine) वापरले जात असलेले कर्तक कातन यंत्राच्या (Lathe) कर्तकाप्रमाणेच जवळजवळ असतात. कर्तकांचा वरचा कोन ८° ते १०° इतका असतो. तसेच त्यांचा पुढचा कोन ४° ते ५° इतका असतो. रूपित्रावर वापरल्या जात असलेल्या निरनिराळ्या कर्तकांचे आकार शेजारील आकृती क्रमांक १.२ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे असतात.

आ. क्र. १.२ रूपित्रावर वापरात येणाऱ्या विविध कर्तन हत्यारांचा तक्ता

---

x " On ceramics" Tool Engineers' Hand Book —ASTME, 1959

रूपित्रावर काम करणाऱ्या कोणाही कारागिरास यंत्रावर धातू कशी कापली जाते ते चांगल्या प्रकारे माहीत असणे अत्यंत आवश्यक आहे, त्यासाठी प्रथम धातूशास्त्राच्या दोन बाबी समजावून घेणे ह्यासंबंधात जरूर आहे.

आ. क्र. १.२ रूपित्रावर वापरात येणाऱ्या विविध कर्तन हत्यारांचा तक्ता.

नरम रबर काही विशिष्ट मर्यादेपर्यंत ताणल्यास तो ताणला जातो. त्या पलिकडे जास्त ताणला गेल्यास तो तुटतो. तसेच नरम रबर दाब दिला असता

दाबला जातो. व दाब काढून घेतला असताना परत पूर्व स्थितीला येतो. कठीण रबर नुसत्या हातांनी दाबता अगर ताणता येत नाही. नेमकी हीच गोष्ट धातूला देखील लागू पडते. धातूवर काही प्रमाणात दाब दिल्यावर ती दाबली जाऊन दाब काढून घेताच पुनः पूर्ववत् होते. तसेच, ती काही प्रमाणात ताणली असता ताणली जाऊन ताण काढताच पूर्ववत होते. धातूच्या ह्या प्रवृत्तीला धातूची प्रत्यास्थता (Elasticity) असे म्हणतात. मात्र ज्यावेळेस धातूवर विशिष्ट मर्यादेपलिकडे दाब अगर ताण पडतो तेव्हा धातूच्या पृष्ठभागाच्या आत काही प्रमाणात आण्विक फेरबदल घडून आंतर प्रत्याबल (Internal stresses) निर्माण होतात. धातूवरील दाब/ताण काढल्यानंतर ज्यावेळेस धातू पूर्ववत होत नाही त्यावेळी धातूला एखादा नवा आकार प्राप्त होतो.

धातूच्या ह्या प्रवृत्तीला धातूची अभिघटचता (Plasticity) असे म्हणतात.

वरील प्रमाणे धातूला ज्यावेळी लवचिकपणा असतो तेव्हा धातूमध्ये तात्पुरते आण्विक फेरदबल घडून येतात. परंतु ज्यावेळी धातू लवचिकपणाची मर्यादा ओलांडून अभिघटित होते. त्यावेळी धातूमध्ये कायमचे आण्विक बदल होनात. धातूमध्ये अशा प्रकारचे कायम स्वरूपाचे आण्विक बदल घडवून आणण्याचे कार्य दोन पद्धतींनी करता यते.

१) **धातु थंड असताना** :—ह्या पद्धतीने धातूला अभिघटित विरूपिण्याचे (Plastic deformation) काम पुढील प्रकारांनी करतात.

अ) यंत्रोपकरणांवर (Machine tool) धातू कापून,

ब) धातूवर ती थंड असताना घडकाम (Forging) करून,

क) दाब यंत्रावर (Press machine) तोडकाम करून, आणि

ड) रूळ यंत्रावर (Rolling mill) धातूचे प्रसरण करून.

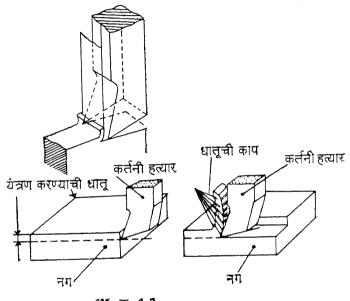
२) **धातु गरम असताना** :—ह्या पद्धतीने धातूला अभिघटित करण्याचे काम पुढील प्रकारांनी करतात.

अ) धातूवर विविध औष्णिकोपचार करून,

ब) गरम धातूवर घडकाम करून, आणि,

क) धातूचे ओतीव काम (casting) करून.

टीप :—वरीलपैकी पहिल्या क्रियेचा वापर केला असताना धातूमध्ये सूक्ष्म असा कायम स्वरूपाचा आण्विक बदल घडून येतो व तोही मुख्यतः धातूच्या आत **फार**

खोलवर न होता फक्त वरवरच्या थरातच होतो. मात्र ह्या पद्धतीने धातूचा आकार बदलला जातो. दुसऱ्या क्रियेच्या योगाने मात्र धातूच्या आत मोठ्या प्रमाणावर आण्विक फेरबदल घडून येतो व त्याचा आकारही बदलता यतो. ह्यास धातूचे अभिघटित विरूपण (plastic deformation) असे म्हणतात. रूपित्राच्या विसर्पी

आ. क्र. १.३

(sliding) मेषाला (ram) मिळणाऱ्या पश्चाग्र गतीमुळे हत्याराला देखील पश्चाग्र विसर्पी गती (Reciprocating sliding motion) प्राप्त होते. त्यामुळे कर्तक शेजारील आकृती क्रमांक १.३ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे धातूमध्ये घुसते व धातुची काप (cut) कापली जाते. अशा रीतीने कर्तकाच्या कार्यकारी सटक्याच्या (working or cutting stroke) प्रेरणेने (force) धातूचा कीस निघतो. त्यामुळे धातूच्या फक्त बाह्य थरातच कायम स्वरूपाचा आण्विक फेरबदल घडून येऊन धातू विरूपित होते. परिणामी धातूचा पृष्ठभाग सपाट होऊन धातूचा कीस निघत राहून अखेर नगाचे यंत्रण (machining) होते.

२ प्रमापी साधने

आधुनिक यंत्रोद्योगात तयार केला जाणारा प्रत्येक नग योग्य त्या प्रमापी साधनाने मापला जातो. यंत्राचे सुटे भाग तयार केले जात असताना तसेच ते तयार केल्यावर देखील मापले जातात. हे मापन कार्य ज्या साधनांनी केले जाते त्यांना प्रमापी साधने (Measuring tools) अशी संज्ञा आहे. बाजारात विकत मिळणारी एकूण सर्व प्रमापी साधने, वाचिक प्रमापी साधने (Direct measuring tools) व तौलनिक प्रमापी साधने (Indirect measuring tools) अशा दोन प्रकारात मोडतात.

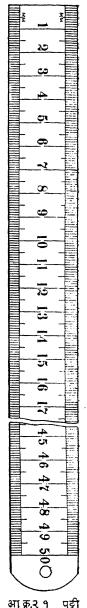
१) **वाचिक प्रमापी साधने** :—ज्या प्रमापी साधनांवर विशिष्ट खुणा व आकडे असतात व ज्यामुळे एखाद्या नगाचे, विशिष्ट माप सरळ सरळ वाचता येते, अशा साधनांना वाचिक प्रमापी साधने म्हणतात..

२) **तौलनिक प्रमापी साधने** :—ज्या प्रमापी साधनांवर कोणत्याही प्रकारच्या खुणा अथवा आकडे नसतात व ज्यामुळे कामाच्या अगर नगाच्या मापाचा कोणताच बोध होत नाही अशा साधनांना तौलनिक प्रमापी साधने म्हणतात. तौलनिक साधनाने नगाचे मापन केल्यावर ते "वाचण्यासाठी" एखाद्या वाचिक प्रमापी साधनाचा वापर करावा लागतो.

टीप :—प्रचलित अशा आंतरराष्ट्रीय मानकांनुसार दोन पद्धती अस्तित्वात आहेत. एक, दशमान पद्धत (Metric system), दुसरी इंग्रजी पद्धत (English or British System) **पैकी फक्त दशमान पद्धतीचा भारताने अवलंब केला आहे.**

वाचिक प्रमापी साधने

१) **पट्टी** :—कोणत्याही नगाचे सरळ रेषेतील माप काढण्यासाठी पट्टीचा उपयोग करतात. एखाद्या नगाची ०.५ मि. मी. इतकी अचूक लांबी, रुंदी अगर जाडी मापता यते.

दशमान मापन पद्धतीनूसार मीटर हे माप पायाभूत म्हणून समजतात युरोपात पॅरीस यथील आंतराष्ट्रीय वजन व मापे संस्थेच्या पुराभिलेखागारात असलेल्या एका 'प्लॅटिनम्-इरिडियम्' च्या गोल सळईवर केलेल्या दोन खुणांमधील

आ.क्र.२.१ पट्टी

अंतर म्हणजे एक मीटर. ह्या मीटरच्या अंतराचे पुढीलप्रमाणे सोयीस्कर भाग केले आहेत.

०.१ मीटर — १ डेसिमीटर

०.०१ मीटर — १ सेंटिमीटर

०.००१ मीटर — १ मिलीमीटर.

टीप :– तथापी यंत्रशाळेतील सर्व मोजमाप मिलीमीटर मध्येच फक्त करण्याचा प्रघात आहे.

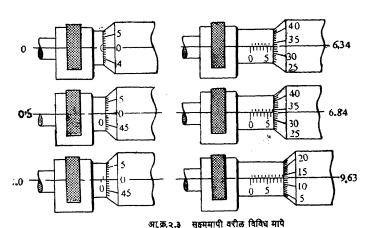
सर्वसाधारणतः तीन प्रकारच्या पट्ट्या बाजारात मिळतात. एका प्रकारात पट्टीची लांबी १५० मि. मी. तर दुसरीची लांबी ३०० मि. मी. व ५०० मिमी. इतकी असते. पट्टीच्या प्रमापी लांबीचे एक/एक मिमी. चे सारखे भाग केलेले असतात व प्रत्येक दहाव्या खुणेवर १, २, ३, ४ असे सेंटिमीटरचे आकडे छापलेले असतात (आ. क्र. २.१ पहा)

पट्टया लवचिक पोलादापासून (spring steel) तयार केलेल्या असून त्यांची कडा व बाजू एकमेकींशी अत्यंत बिनचुक अशा ९०° च्या कोनात असतात. ज्या पट्टीवर ०.५ मि. मी. खुणा असतात अशा पट्टीचे सहाय्याने कोणतेही माप जास्तीत जास्त ०.५ मि मी. इतके अचूक वाचता येते.

२) **सूक्ष्ममापी** (Micrometer) :—आधुनिक यंत्रोद्योगात तयार केले जाणारे लाखो सुटे भाग व त्यांचे लहान नग अत्यंत अचूक मापाचे असणे आवश्यक आहे. तरच ते काम देऊ शकतात. अशा नगांचे मापन करण्यासाठी पट्टीचा पुरेशा प्रमाणात उपयोग होऊ शकत नाहीं म्हणून अचूक माप वाचण्यासाठी सूक्ष्ममापी वापरतात. सूक्ष्ममापी ह्या साधनाचे सहाय्याने एका मि. मीटरचे १०० भाग करता येतात व प्रत्येक भाग एक शतांश मिलीमीटर म्हणुन संबोधतात.

आकृती क्रमांक २.२ मध्ये एक सूक्ष्ममापी दाखविले असून त्याच्या विविध भागांची नावे दिली आहेत.

सूक्ष्ममापीच्या रम्भावर त्याच्या आसाशी समांतर अशी एक रेषा असते व ह्या रेषेशी काटकोनात वर व खाली अशा अर्ध्या मि. मी. अंतरावर उभ्या रेषा असतात. पैकी वर असणाऱ्या रेषा एक मि. मी. अंतरावर असतात. तर खालच्या रेषा, शून्यांश रेषेपासून पहिली अर्ध्या मि. मी. अंतरावर व त्यापुढील प्रत्येक एक मि. मी. अंतरावर असते. तसेच वरच्या बाजूला असलेल्या प्रत्येक पाचव्या रेषवर ५, १०, १५, २० व २५ असे मि. मीटर दर्शविणारे आकडे असतात. अशा प्रकारे रम्भावर असलेल्या २५ मि. मी. लांबीच्या ओळीचे ५० समान भाग केलेले असतात व प्रत्येक भाग हा ०.५ मि. मी. इतका असतो. ह्या अर्ध्या मिलिमीटर अंतराचे सूक्ष्ममापीवरील अंगुष्ठावर पुढे आणखी ५० समान भाग केलेले असतात. अशा रीतीने अंगुष्ठावरील एका पाठोपाठ असणाऱ्या दोन ओळींमधील अंतर ०.५ मि. मीटरच्या ०.०२ इतके म्हणजे ०.०१ मि. मीटर इतके असते. अशा रीतीने सूक्ष्ममापीच्या सहाय्याने कोणताही नग ०.०१ मि. मी. इतका अचुक वाचता येतो. ह्यासच सूक्ष्ममापीचा लघुतम दर्शकांक (Least count) असे म्हणतात. अंगुष्ठावर शून्यांश दर्शक रेषेपासून प्रत्येक पाचव्या रेषवर ५, १०, १५ ते ४५ पर्यंत आकडे असतात.

आ.क्र.२.३ सूक्ष्ममापी वरील विविध मापे

बाजारात पुढीलप्रमाणे बाह्य सूक्ष्ममापी मिळतात. पैकी ०–२५ ह्या सूक्ष्ममापीची लैरण न काढता येणारी (Fixed type) अशी असते. इतर सर्व बाह्य सूक्ष्ममापीबरोबर मिळणाऱ्या लैरणी बदलावयाच्या असतात. ह्याखेरीज प्रत्येक सूक्ष्ममापीबरोबर प्रत्येकी एक अगर जास्त आमान (Standard measure)

मिळतात. ह्या आमानाचे सहाय्याने बाह्य सूक्ष्ममापी योग्य तितके अचूक लावता येते. प्रत्येक सूक्ष्ममापीचे लैरणीचे व तर्कुचे मुखपृष्ठ (Face) ०.०००७६२ मि. मी इतके सपाट असते. तसेच त्यांचा एकमेकांशी समांतरपणा ०.००२०३२ मि मी. इतका अचूक असतो.

तक्ता क्र. २.१

माप	लैरणींची संख्या	आमानांची संख्या.
0— 25 mm	1	1
0— 50 mm	2	1
0— 100 mm	4	3
0— 150 mm	6	5
50— 150 mm	4	4
100— 200 mm	4	4
150— 300 mm	6	6
200— 300 mm	4	4
300— 400 mm	4	4
400— 500 mm	4	4
500— 600 mm	4	4
600— 700 mm	4	4
700— 800 mm	4	4
800— 900 mm	4	4
900—1000 mm	4	4

बाजारात मिळणाऱ्या विशिष्ठ प्रकारच्या बाह्य सूक्ष्म मापीसह मिळणाऱ्या लैरणी व आमानांच्या संख्येची वरील तक्ता क्र. २.१ वरून कल्पना यईल.

वि. सू. :—सततच्या वापरामुळें सूक्ष्ममापी लैरणीच्या मुखपृष्ठाची तसेच तर्कुच्या मुखपृष्ठाची सूक्ष्म प्रमाणात झीज होते, त्यामुळे ही दोन्ही मुखपृष्ठे एकमेकांस चिकटविली असता रम्भावरील शून्यांश रेषेशी अंगुष्ठावरील शून्यांश रेषा मिळती होत नाही. दोन शून्यांश रेषांत पडणाऱ्या ह्या फरकास, शून्यांश फरक (Zero error) असे म्हणतात. शून्यांश फरक काढून टाकण्यासाठी काही सूक्ष्ममापींच्या लैरणींचे त्याला बसविलेल्या मळसूत्राने समायोजन (Adjustment) करता येते. तर, काही सूक्ष्ममापींचे बाबतीत मात्र ह्यासाठी रम्भाचे समायोजन करतात. त्यासाठी सूक्ष्ममापी सोबत मिळणारा विशिष्ठ पाना वापरावा लागतो.

बऱ्याचशा कारागिरांना वरीलप्रमाणे असलेल्या बाहृच सूक्ष्ममापीच्या अचुकपणाचा अंदाज नसल्याने ते त्यांच्याजवळील प्रमापी साधनांची योग्य ती काळजी घेत नाहीत. त्यामुळे प्रथम ते साधन खराब होते व ह्या खराब साधनाने केलेले काम देखील सहाजिकच खराब होते. म्हणून पुढीलप्रमाणे प्रमापी साधनांची निगा राखावी म्हणजे ती खराब होणार नाहीत.

१) बाहृच सूक्ष्ममापीने नगाचे माप घेताना प्रथम यंत्र पूर्णपणे थांबवा व त्यानंतर ज्या भागाचे मापन करावयाचे असेल तो भाग स्वच्छ करून घ्या.

२) वापरात नसताना सूक्ष्ममापी त्यासोबत मिळालेल्या लाकडी खोक्यात ठेवा.

३) अंगुष्ठ हातात धरून, एखाद्या खेळण्याप्रमाणे फिरवू नका.

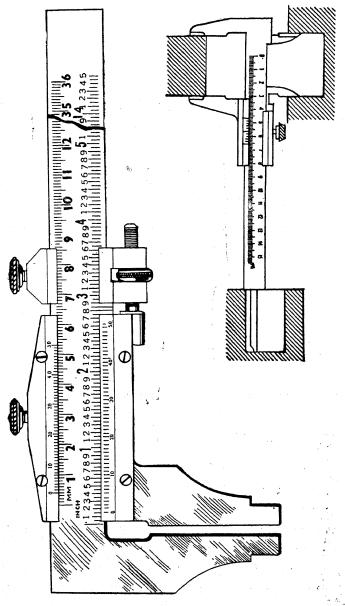
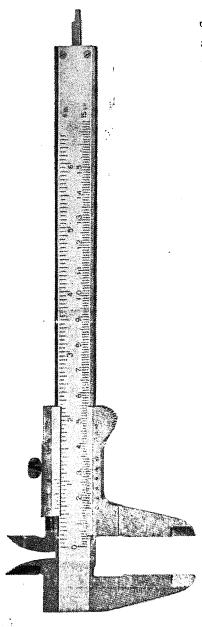
४) वापरात असताना यंत्राच्या कोणत्याही गरम भागावर तसेच उन्हाच्या तिरीपेत बाहृच सूक्ष्ममापी ठेऊ नका. त्याचे प्रसरण होईल.

५) तसेच लैरण बदलण्याचे वेळी **सूक्ष्ममापीबरोबर मिळणारा पानाच फक्त वापरा. इतर कोणताही पाना वापरू नका.**

कोणत्याही प्रकारचे आंतर, बाहृच माप घेण्यासाठी आंतरसूक्ष्ममापी व बाहृच सूक्ष्ममापी मिळतात त्याचा वापर करण्याची पद्धत वरीलप्रमाणेच आहे.

३) **व्हर्निअर अनुश्रेणी कैवार** (Vernier caliper) ह्या प्रमापी साधनाचा उपयोग सूक्ष्ममापीप्रमाणेच कोणत्याही नगाचे माप वाचण्यासाठी करतात तथापि व्हर्निअर अनुश्रेणी कैवाराचा विशेष असा आहे की ह्या एकाच साधनाचे सहाय्याने कामाचे आंतर्बाहृच माप वाचता येते.

बाजारात अनुश्रणी कैवार १५०, २००, २५०, ३००, ५०० व १००० मि. मीटरपर्यन्तच्या मापात मिळतात. आकृती क्रमांक २.४ मध्ये दोन प्रकारचे अनुश्रेणी कैवार दाखविले आहेत. एका प्रकारात अखंड पट्टीच्या एका टोकास दोन पाय वर व दोन पाय खाली असतात. वरच्या बाजूस असलेल्या पायाचे सहाय्याने नगाच्या आंतर भागाचे मापन करतात तर खालच्या बाजूला असलेल्या पायांचे सहाय्याने नगाचे बाहृच मापन, तसेच आंतर मापनही करतात. ह्या प्रकारच्या काही अनुश्रेणी कवाराना नगाच्या आतील भागाची खोली मोजण्यासाठी, एक चपटी ताडी जोडलेली असते तिला खोली मापी (Depth gauge) असे म्हणतात.

आकृती क्रमांक २-४ मधील दुसऱ्या अनुश्रेणी कैवाराचे फक्त खालच्या बाजूला दोन पाय आहेत. हे दोन पाय ज्या पृष्ठभागांवर एकमेकांस मिळतात ते दोन्ही

आ. क्र. २.४ विविध प्रकारचे व्हर्निअर अनुश्रेणी कैवार

आ. क्र. २.४ अनुश्रेणी कैवार

पृष्ठभाग सपाट व एकमेकांस समांतर असून त्यांचे सहाय्यान कामाचे बाह्य मापन केले जाते. ह्या पायांचे बाह्य पृष्ठाला गोलाई असते व त्यांचा उपयोग नगाचे आंतर मापन करण्याकडे होतो. दोन्ही बाह्य पृष्ठांची मिळून जाडी १० मि. मी. असल्यामुळे १० मि. मीटर पेक्षा लहान आकाराचे मापन करता येत नाही.

अनुश्रेणी कैवाराचा लघुतम दर्शकांक तीन प्रकारचा असतो. एका प्रकारात तो ०.०२ मि. मी. व दुसऱ्या प्रकारात ०.०५ मि.मी. इतका असतो. तिसऱ्या प्रकारचा अनुश्रेणी कैवार ०-१ मि. मी. इतक्या लघुतम दर्शकांकाचा असतो. ज्या अनुश्रेणी कैवाराचा लघुतम दर्शकांक ०.०२ असतो त्याचे सहायाने नगाचे माप दोनाच्या गुणाकारात वाचता येते. ज्या अनुश्रेणी कैवाराचा लघुतम दर्शकांक ०.०५ असतो त्याचे सहाय्याने नगाचे माप पाचाच्या गुणाकारात वाचता येते, त्याचप्रमाणे ०.१ लघुतम दर्शकांक असलेल्या अनुश्रेणी कैवाराचा उपयोग फक्त दशांशातच करता येतो.

अनुश्रेणी कैवारावर एक अखंड पट्टी असते. ह्या अखंड पट्टीवर मुख्य माप असते, त्यावर एक एक मिलीमीटरच्या खुणा असतात, व शून्यांशापासून प्रत्येक दहाव्या खुणेवर १, २, ३, ४ असे सेंटिमीटर निदर्शक आकडे छापलेले असतात. ह्याखेरीज सरकपट्टीवर काही खुणा केलेल्या असतात. अखंड पट्टीवर

छापलेल्या खुणांना मुख्य माप म्हणतात, तर सरकपट्टीवर असलेल्या खुणांना अनुश्रेणी माप असे म्हणतात.

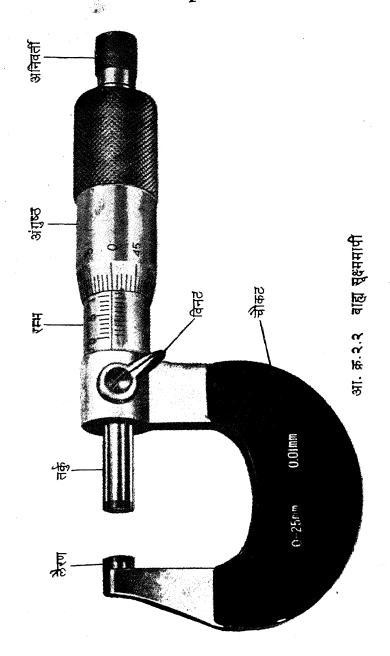
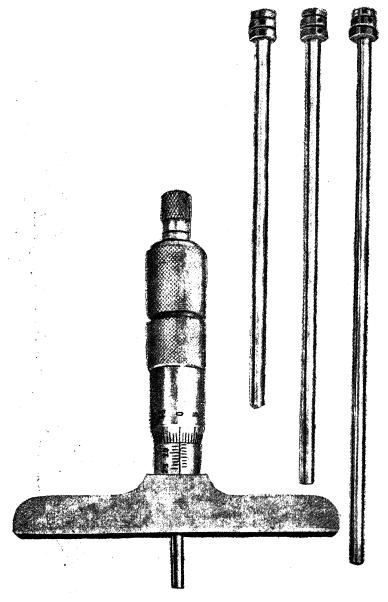
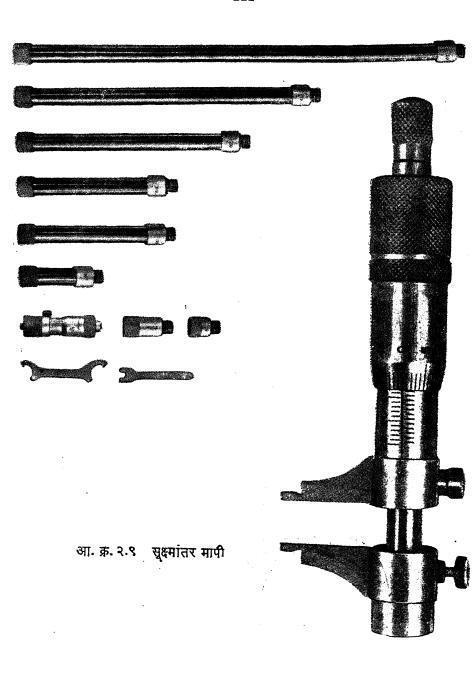
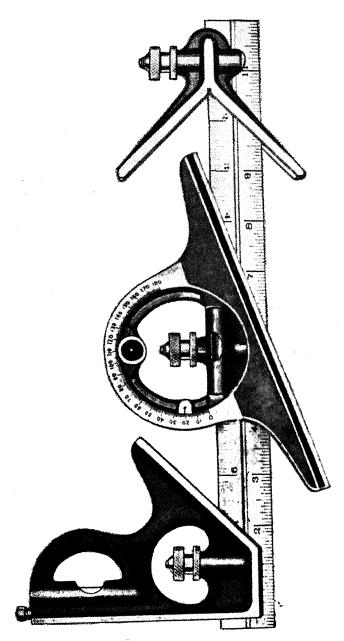
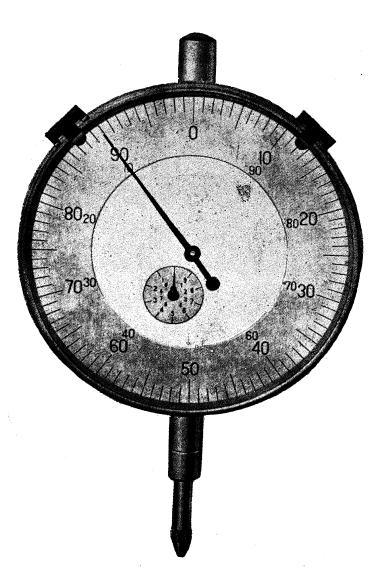
व्हर्निअर अनुश्रेणी कैवाराचा मुख्य सिद्धांत (Principle) असा आहे की मुख्य मापकावरील एका ठराविक अंतराचे (बहुधा हे अंतर एक/दोन मिलीमीटर असते), उपमुख्य मापकावर विस्थापन (Displacement) केलेले असते. कधी एक मिलीमीटर अंतराचे विस्थापन केलेले असते तर कधी दोन मि. मीटर अंतराचे विस्थापन केलेले असते. तक्ता क्र. २.२ वरून मुख्य मापकावरील ओळी व अनुश्रेणीमापकावरील विस्थापित ओळींची संख्या तसेच मुख्य मापकावरील विस्थापिण्याचे नियोजित माप आणि विस्थापिलेले माप ह्यांवरून वरील सिद्धांत जास्त चटकन लक्षात यईल.

तक्ता क्र. २.२

मुख्य मापकाच्या ओळी (मुख्य मापकावर)	अनुश्रेणी मापकाच्या ओळी (उपमुख्य मापकावर)	विस्थापिण्याचे नियोजित माप (मुख्य मापकावर	विस्थापिलेले माप (उपमुख्य मापकावर)	लघुतम दर्शकांक
9	10	1.00	0.90	0.10
19	10	2.00	1.90	0.10
49	50	1.00	0.98	0.02
39	20	2.00	1.95	0.05
19	20	2.00	1.95	0.05
24	25	2.00	1.95	0.05
24	25	0.50	0.48	0.02

वर उल्लेखिलेले विस्थापन माप अनुश्रेणी कैवारावर प्रत्यक्ष कसे दिसते ते शेजारील आकृती क्रमांक २.५ वरून समजण्यास सोपे जाईल.

आ. क्र.२.२ बाह्य सूक्ष्ममापी

आ. क्र. २.८ सूक्ष्म गभीरतामापी

आ. क्र. २.९ सूक्ष्मांतर मापी

आ. क्र. २.१२ कोनमापी संच

आ. क्र. २.१३ तबकडी प्रमापी

आ. क्र. २.१५

आ. क्र. २.५ व्हर्निअर अनुश्रेणी कैवारावरील विस्थापित मापे

४) **व्हर्निअर अनुश्रेणी उंचीमापी :** (Vernier height gauge) :ह्या प्रमापी साधनाने कोणत्याही नगाची तळापासून उंची मापता येते. व्हर्निअर अनुश्रेणी उंचीमापीचा नगाची उंची मोजण्यासाठी, नगाच्या पृष्ठभागावर तळापासून एका विवक्षित पातळीवर समांतर ओळी आखण्यासाठी उपयोग केला जातो. अनुश्रेणी कैवाराप्रमाणे ह्या प्रमापी साधनाचे मुख्य तत्त्व "मापाचे विस्थापन" हेच आहे. आकृती क्रमांक २.६ मध्ये दाखविलेल्या अनुश्रेणी उंचीमापीचा, व्हर्निअर अनुश्रेणी कैवार हा मुख्य भाग आहे. व त्यावर उंचीमापी साधन लावलेले असते ह्या उंची मोजण्याच्या साधनाचा उंची मोजण्यासाठी व नगाच्या पृष्ठभागावर समांतर रेषा आखण्यासाठी असा दुहेरी उपयोग करतात. नगावर रेखांकन (Marking) करण्यासाठी ज्या पृष्ठपटावर (Surface plate) नग ठेवतात त्याच पृष्ठ-

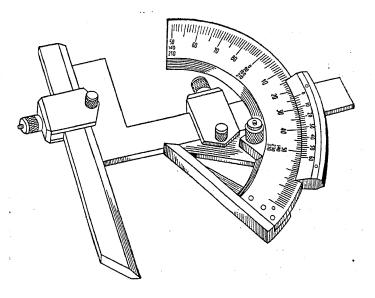
आ. क्र. २.६ व्हर्निअर अनुश्रेणी उंचीमापी

पटावर अनुश्रेणी उंचीमापी ठेवून रेखांकन केले जाते. नगाची उंची मोजण्यासाठी देखील ह्याच पद्धतीचा अवलंब केला जातो. अगदी अलिकडील काळांत काही-अनुश्रेणी उंचीमापीना, वाचन करणे सोपे व्हावे म्हणून एक विशालक भिंग (Magnifying lense) बसविलेले असते. हे प्रमापी साधन १५०, २५०, ३०० ६००, व १००० मि. मी. या आकारात विकत मिळते.

अनुश्रेणी उंचीमापी वापरताना रेखांकन करावयाच्या नगाचा तळ व अनुश्रेणी उंचीमापीच्या बैठकीचा तळ दोन्ही एकाच पातळीवर असणे अत्यंत आवश्यक आहे. हे प्रमापी साधन अशा रीतीने पृष्ठपटावर बसते केल्यानंतर उंचीमापी साधनाचा तळ प्रमापी साधनाच्या बैठकीच्या समान पातळीवर आणावा, व अशा स्थितीत असताना मुख्य मापकावरील शून्यांश रेषा व उपमुख्य मापकावरील शून्यांश रेषा दोन्ही एक रेखात्मक (Co-linear) असतील. ज्या नगाची उंची मोजावयाची असेल त्या उंचीइतके अंदाजे उपमुख्यमापक सरकवून घ्यावे व नंतर योग्य त्या मापात सरकविण्यासाठी सूत्रकाचा उपयोग करावा व नंतर माप वाचावे.

टीप :—माप वाचण्याची पद्धत व्हर्निअर अनुश्रेणी कैवाराच्या मापन पद्धतीप्रमाणेच सर्व आहे.

५) **कोनमापी** (Bevel protractor) कोणत्याही नगाचा कोन मोजण्यासाठी तसेच एखाद्या नगाची यंत्र पटलावर कोनात्मक बांधी करण्यासाठी कोनमापीचा उपयोग केला जातो. कोनमापीचा शून्यांश बिंदू त्यावर जोडलेल्या चकतीच्या मधोमध असतो व त्या शून्यांश बिंदूच्या डावी उजवीकडे अनुक्रमे ९०° पर्यन्तच्या खुणा असतात. चांगल्या प्रतीच्या कोनमापीवर प्रत्येकी अर्ध्या कोनाची एक अशा ९० अंशा पर्यन्त खुणा असतात. पैकी प्रत्येक पूर्ण अंशाची खूण अर्ध्या अंशाच्या खुणेपेक्षा उंचीला थोडी जास्त असते. शून्यांशाचे दोन्ही बाजूंना पूर्ण अंशाच्या प्रत्येक पाचव्या खुणेवर ५, १०, १५ असे आकडे ९० पर्यंत अनुक्रमे छापलेले असतात. आ. क्र. २.७ पहा.

कधीकधी प्रमापी साधनामध्ये एक पाणसळ (Level bottle) बसविलेली असते. तसेच एक ३०० मि. मी. लांबीची पट्टीसरकविता येण्याची सोय असते. व ती पट्टी कोनमापीबरोबर मिळते, वेगळी विकत घ्यावी लागत नाही. सदरहू प्रमापी साधनाचा लघुतम दर्शकांक ०.५० इतका असतो.

आ. क्र.२.७ कोनमापी

६) **सूक्ष्म गभीरतामापी** (Depth micrometer) सूक्ष्म गभीरतामापीचा उपयोग एका बाजूने बंद असलेल्या छिद्राची लांबी मोजण्याकडे, चावी गाळ्याची खोली मोजण्याकडे तसेच नगाच्या आंतर व बाह्य भागावर पायऱ्या असतात त्यावेळी नगाच्या एका कडेपासून प्रत्येक पायरीची लांबी मोजण्यासाची केला जातो.

आकृती क्रमांक २.८ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे हे प्रमापी साधन असते. सूक्ष्म गभीरतामापीवर बाह्य सूक्ष्ममापीप्रमाणेच खुणा असतात. फक्त रम्भावरील आकडे छापण्याची पद्धत वेगळी असते. बाह्य सूक्ष्ममापीच्या रम्भावर शून्यांश दर्शक रेषा चौकटीच्या जवळ असते तर सूक्ष्म गभीरतामापीच्या रम्भावरील शून्यांश अनिवर्तीच्या जवळ असतो. व पंचविसाव्या मि. मी. ची खूण बैठकीच्या बाजूला असते. लघुतम दर्शांकांक ०.०१ मि. मी. असतो.

सूक्ष्म गभीरतामापीच्या बरोबर २५ मि. मीटरपेक्षा जास्त खोल नगाचे मापन करण्यासाठी पुढीलप्रमाणे जोड मापन दांड्या मिळतात.

० ते ७५ मि. मीटरच्या गभीरतामापीसाठी ३ जोडमापन दांडया,

० ते १५० मि. मीटरच्या गभीरतामापीसाठी ६ जोड मापन दांडया,

० ते २२५ मि. मीटरच्या गभीरतामापीसाठी ९ जोड मापन दांडया,

० ते ३०० मि. मीटरच्या गभीरतामापीसाठी १२ जोड मापन दांडया,

टीपः–प्रत्येक मापन दांडीवर त्या त्या मापन दांडीची लांबी, ती मापन दांडी, मापनासाठी किती लांबीपर्यंत जास्तीत जास्त चालू शकेल ते कोरलेले असते त्यानुसार कामाचे मापन करण्यासाठी योग्य ती मापन दांडी घेऊन काम करावे लागते.

७) **सूक्ष्मांतरमापी :** (Inside Micrometer) हृया प्रमापी साधनाचा उपयोग नगाच्या आंतरव्यासाचे मापन करण्यासाठी, तसेच चावी गाळयाची लांबी व रूंदी मोजण्यासाठी करतात.

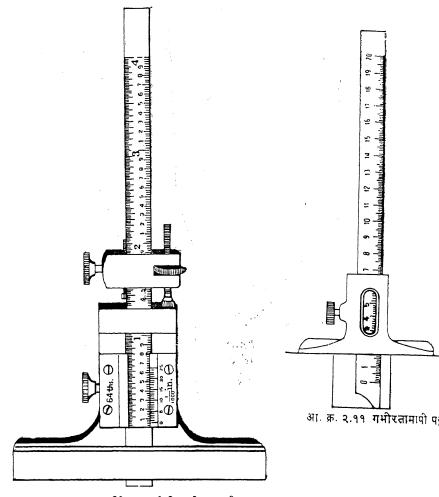
आकृती क्रमांक २-९. मध्ये दाखविल्याप्रमाणे तीन प्रकारचे सूक्ष्मांतरमापी मिळतात. दोन्ही प्रकारच्या सूक्ष्मांतरमापीच्या सहाय्याने नगाच्या छिद्राचा व्यास ५ मि. मी. पेक्षा मोठा असेल तरच मोजता येतो. हृया प्रमापी हत्याराचा लघुतम दर्शकांक ०.०१ मि. मी. इतका असतो. दोन प्रकारांपैकी एका प्रकारच्या सूक्ष्मांतरमापी बरोबर लहानमोठया छिद्राच्या व्यासाचे मापन करण्यासाठी जोड मापनदांडया प्रमापी साधनाबरोबरच मिळतात त्यांचा उपयोग करावा लागतो.

८) **व्हर्निअर अनुश्रेणी गभीरता मापी** (Vernier depth gauge) हृया प्रमापी साधनाचा उपयोग सूक्ष्म गभीरतामापीच्या ऐवजी करतात. अनुश्रेणी कैवाराप्रमाणे हृयाचाही लघुतम दर्शकांक ०.०५ मि. मी. तसेच ०.०२ इतका असतो तसेच माप वाचण्याची पद्धत देखील व्हर्निअर अनुश्रेणी कैवाराप्रमाणेच सर्वस्वी आहे आ. क्र. २.१० पहा.

९) **गभीरता मापी पट्टी** (Rule depth gauge) : हृया प्रमापी साधनाचा लघुतम दर्शकांक ०.५ मि. मी. इतका असतो व हे प्रमापी साधन फक्त १५० मि. मी. च्या मापातच मिळते.

आकृती क्रमांक २.११ मधील एक आयताकारी गभीरता मापी पट्टी एका आयताकारी आधारपट्टीमध्ये सरकविता यते. हृया आधारपट्टीची प्रमापी बाजू सपाट व काटेकोर अशी बनविलेली असते. ज्या नगाची खोली मोजवयाची असेल त्या नगाच्याकडेशी आधारपट्टीची सपाट बाजू खेटून बसवतात. नंतर पट्टी योग्य तितकी

छिद्रात सरकवून ती आधार पट्टीवर बसविलेल्या मळसूत्राचे सहाय्याने आवळतात व नंतर छिद्रा
पट्टी निघेल अशा बेताने संपूर्ण प्रमापी साधन बाहेर काढून घेऊन माप वाचतात. (आ. क्र. २.११ पहा

आ. क्र. २.११ गभीरतामापी प

आ. क्र. २.१० व्हर्निअर अनुश्रेणी गभीरतामापी

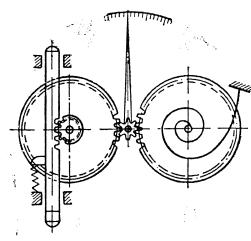
१०) **कोनमापी संच** (Combination set) :– आकृती क्रमांक २ १२ मध्ये कोनमापी संच दाखविला आहे. ह्या प्रमापी साधनात पुढील प्रमापी साधने असतात.

१) कोनमापी (Bevel), २) काटकोनमापी (Box square),
३) मध्यबिंदु निर्देशी (Centre square), ४) पाणसळ (Level),
५) पट्टी (Scale), ६) रेघणी (Scriber).

वरील विविध साधनांपैकी कोनमापी व पट्टीखेरीज इतर साधनांवर कोणत्याही प्रकारच्या खुणा नसतात. कोनमापीचा उपयोग पूर्वी सांगितल्याप्रमाणे कोणत्याही नगाचा कोन मोजण्यासाठी करतात. काटकोनमापीचा उपयोग नगाच्या पृष्ठभागावर काटकोनात रेषा आखण्याकडे तसेच ४५^0 च्या कोनात रेषा आखण्याकडे केला जातो. मध्य बिंदू निर्देशीच्या सहाय्याने गोल पृष्ठभागाचा मध्यबिंदू काढता येतो मात्र मध्य बिंदू निर्देशीच्या प्राधाराच्या रूंदीपेक्षा मोठ्या व्यासाच्या वर्तुळाचा मध्य काढणे चूक आहे. पाणसळीचा उपयोग विशेषत: नगाची यंत्रपटलावर कोनात्मक बांधी करण्यासाठी व कोनीय नगाचे कोनमापन केल्यानंतर ते योग्य आहे का नाही ते तपासण्यासाठी करतात. (पहा आकृती क्र. २.१२).

११) तबकडी प्रमापी (Dial gauge) :–तबकडी प्रमापी ह्या प्रमापी साधनाचा विविधांगी उपयोग करता येतो. आतापर्यंत वर्णिलेल्या सर्व प्रमापी साधनांमध्ये सर्वात जास्त संवेदनाक्षम असे हे प्रमापी साधन आहे. त्यामुळे ह्याचा उपयोग अत्यंत जपून व सावधपणे करतात. अन्यथा, तबकडी प्रमापीच्या संवेदनाक्षमतेला बाध येतो.

आकृती क्र. २.१३ मध्ये एक तबकडी प्रमापी दाखविले असून त्याच्या तबकडीवर शून्यांशापासून १, २, ३, ४, असे आकडे ९ पर्यंत अनुक्रमे छापलेले असतात. ह्या प्रत्येक भागाचे आणखी पाच अगर दहा उपभाग केलेले असतात. पाच भाग असल्यास प्रत्येक भाग ०.०२ मि मी. चा असतो व दहा भाग असल्यास प्रत्येक भाग ०.०१ मि. मी. चा असतो. तबकडीच्या मध्यभागी घड्याळाच्या काट्या-प्रमाणे एक काटा असतो. ज्यावेळेस हा काटा संपूर्ण एक फेरा फिरतो त्यावेळी एक मिलीमीटरचे मापन होते. ह्या तबकडीच्या खालच्या बाजूस बाहेरून एक संवेदन दांडी (Sensing pin) बसविलेली असते. ह्या संवेदनदांडीच्या एका टोकास नगाचे पृष्ठभागावर खेटून बसवितात.

संवेदन दांडीचे दुसरे टोक तबकडी प्रमापीचे आतून एका स्कन्दाला (spring) जोडलेले असते व हा स्कन्द दुसऱ्या टोकाने तबकडीच्या काटयाला जोडलेला असतो. संवेदन दांडी वरच्या दिशेने दाबली असता आतील स्कन्दावर ताण पडून तो ओढला जातो. (पहा आ. क्र. २.१४) व स्कन्द ओढला गेल्यावर त्याचा ताण पडण्याने तबकडीवरील काटयाला गती मिळून तो फिरू लागतो.

आ. क्र. २.१४ तबकडी प्रमापीची आंतररचना

तबकडी प्रमापी हे साधन वापरण्यासाठी चुंबकीय बैठक स्कम्भ (Magnetic base block) वापरतात. केव्हा विशेष प्रकारचा आधारक देखील वापरला जातो (पहा आ. क्र. २.१५).

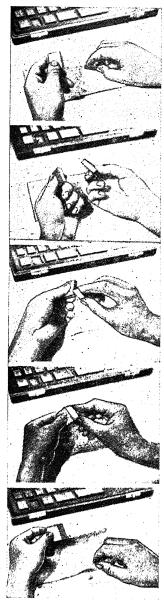
१२) **वीट प्रमापी संच** (Slip guage box):–हे प्रमापी साधनांपैकी सर्वात जास्त अचूक असे साधन समजले जाते. ह्याची अचुकता इतकी असते की समांतर अचुकता–सपाट अचूकता–०.०००५ मि. मी. इतकी असते. * ह्या साधनाचे अचूकतेनुसार, दोन प्रकार मिळतात. पैकी एक प्रकार यंत्रशाळेत नगाचे मापन करण्यासाठी वापरतात व त्याला यंत्रशालेय प्रमापी साधन म्हणतात. दुसरा प्रकार फक्त तपासनिसाच्या वापरासाठी असतो व त्याला तपासणी वीट प्रमापी साधन म्हणतात. (आ. क्र. २.१६)

वापरासंबंधी महत्वाच्या सूचना

हे साधन वर लिहील्याप्रमाणे अत्यंत संवेदनाक्षम असल्यामुळे ते हाताळण्यापूर्वी पुढील सूचना लक्षात घेऊन त्यानुसार काम करणे अत्यंत आवश्यक आहे. ×

---

* Gauge Block & Accessories–C.E. Johanson's Catalogue No. 12-1

× Engineering Inspection–Parkinson

आ. क्र. २.१७
वीट प्रमापीच्या दोन तुकड्यांचे संपीडंन करण्याची पद्धत

१) हे साधन वापरण्यापूर्वी ते हाताळणाऱ्या इसमाने स्वत:चे हात भरपूर साबण लावून स्वच्छ धुवन कोरडे करणे आवश्यक आहे. तसे न करता हाताळण्याने हाताच्या घामातील क्षारामुळे साधनास गंज चढतो.

२) हात धुवून स्वच्छ केल्यानंतर दोन्ही हातांच्या पंजाना चांगल्या प्रतीचे यंत्राचे तेल लावावे. त्यामुळे तळहाताला घाम येण्याची शक्यता राहणार नाही. **मात्र हाताला तेल लावताना तेलाचा वापर नेमकाच असावा.**

३) नंतर वीट प्रमापी त्याचे खोक्यातील नेमक्या जागेवरून काढून नरम, कोरड्या व स्वच्छ कपडयाने पुसावे. मगच वापर करावा.

४) ज्यावेळी एकापेक्षा अधिक वीट प्रमापींची आवश्यकता असेल तेव्हा दोन वीट प्रमापी हातात धरून त्यांची प्रमापी पृष्ठे एकमेकांशी खेटून जरा दाबावे व दोन्ही प्रमापीचे पृष्ठभाग एकमेकांस चिकटविलेल्या स्थितीत ठेवून कोणतेही एक वीट प्रमापी स्वत: भो-वती गोलाकार फिरवावे. अशा प्रकारे दोन तीन वेळा फिरविल्यानंतर दोन्ही वीट प्रमापी जेथे चिकटविलेले आहेत तेथील हवा निघून जाऊन दोहोंमध्ये निर्वात प्रदेश तयार होईल व दोन्ही तुकडे मिळून 'जणू एकच तुकडा' तयार होईल ह्या क्रियेला संपीडन

(wringing) असे म्हणतात. सदरप्रमाणे **एकापेक्षा अधिक वीट प्रमापी वापरणे झाल्यास प्रत्येक वीट प्रमापीचे दुसरीबरोबर संपीडन करणे** अत्यंत **आवश्यक आहे** (आ. क्र. २.१७ पहा).

५) वीट प्रमापी संचामधीशल झीज प्ररोध तुकडे वीट प्रमापीचा वापर करताना वापरणे अत्यंत आवश्यक आहे. त्यामुळे वीट प्रमापीच्या प्रमापी पृष्ठाचे संरक्षण होईल.

६) काम झाल्यानंतर प्रत्येक वीट प्रमापी, खोक्यातील नेमक्या जागेवर तेल लावून ठेवा.

७) चुंबकीय क्षेत्रामधील नगांवर वीट प्रमापीचा उपयोग करू नका.

८) कोणत्याही वेळी व कधीही वीट प्रमापी सर्वसाधारण उष्णतामाना-पेक्षा जास्त उष्णतामान असलेल्या जागी ठेवू नका, वापरू नका त्यामुळे वीट प्रमापी प्रसरण पावेल.

वीट प्रमापी संच पुढीलप्रमाणे कामे करण्यासाठी वापरतात.

१) एखाद्या नगाची उंची, लांबी, रूंदी व कोन अत्यंत अचूकपणे मोजण्यासाठी,

२) एखाद्या नगातील गाळ्याची रूंदी अगर लांबी अचूकपणे मोजण्यासाठी,

३) गोल कामाचा बाह्य व्यास अचूकपणे मोजण्यासाठी,

४) बाह्य सूक्ष्ममापी, अनुश्रेणी कैवार वगैरे प्रमापी साधने त्यांच्याकडून अपेक्षित असलेले माप अचूकपणे दाखवितात किंवा नाही ते ताडून पाहण्यासाठी,

५) यंत्रण करावयाच्या नगावर हत्याराने कात घेण्यापूर्वी ते जरूरत्या अपेक्षित अंतरावर ठेवण्यासाठी,

वरील कोणत्याही प्रकारचे मापन करावयाचे झाल्यास ते करण्यासाठी वीट प्रमापी संचाखेरीज अनुश्रेणी उंचीमापी, सूक्ष्म गभीरता मापी, अनुश्रेणी गभीरता मापी व तबकडी प्रमापी ह्यांपैकी कोणत्याही प्रमापी साधनाचा उपयोग करावा लागतो, तथापि विशेष करून फक्त तबकडी प्रमापीचा उपयोग करण्याची पद्धत आहे.

वर निर्देशिलेल्या पाच प्रकारच्या उपयोगांखेरीज, वीट प्रमापी संच व अनुश्रेणी उंची मापी ह्यांचे संयुक्त उपयोगाने एखाद्या नगाच्या पृष्ठभागावर त्याच्या नील रेखाचित्र बरहुकूम अचूकपणे रेखांकन केले जाते.

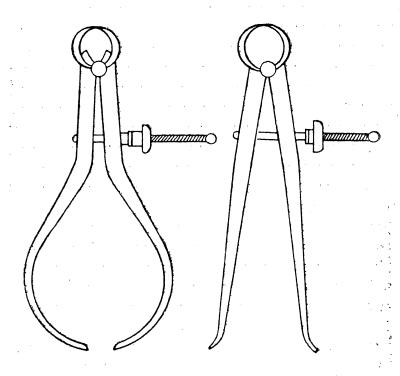
वर उल्लेखिल्यापैकी कोणत्याही प्रकारे वीट प्रमापी संचाचा उपयोग करणे झाल्यास हे काम पृष्ठपटावर (Surface plate) केले जाते. **मात्र कामाला सुरुवात करण्यापूर्वी पृष्ठपटाचे समतलन** (Levelling) **करणे अत्यंत आवश्यक आहे.** नपेक्षा कामावर करावयाचे रेखांकन अचूक करता येत नाही.

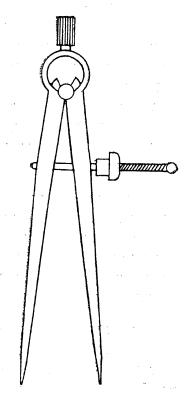
वीट प्रमापीचे सहाय्याने नगाचे मापन करण्याची पद्धत

प्रथम पृष्ठपटाचे समतलन करून त्याचा कार्यकारी पृष्ठभाग (Working surface) चांगल्या प्रकारे स्वच्छ करून घेतात. समजा तयार नगाची उंची ५०.६९ मि. मी. व बाह्य व्यास १००.०३ मि मीं. इतका अपेक्षित आहे. तसेच दोन्ही मापे फक्त –०.०२ मि. मी. इतकीच जास्त चालू शकण्याजोगी आहेत. प्रथम ५०.६९ इतक्या मापात वीट प्रमापी संच त्याचे झीज प्ररोध तुकड्यांसहित एकमेकांचे संपीडन करून चिकटून ते पृष्ठपटाच्यावर ठेवतात. नंतर ज्याचा लघुतम दर्शकांक ०.०१ मि. मी. आहे असे तबकडी प्रमापी साधन चुंबकीय बैठक स्तम्भाला आवळतात. ५०.६९ ह्या मापात पूर्वी तयार करून घेतलेला वीट प्रमापी संच जेथे ठेवला आहे त्याचे जवळ चुंबकीय बैटकीला अडकविलेले तबकडी प्रमापी अशा बेताने ठेवतात की तबकडी प्रमापीची संवेदन दांडी केवळ इतकीच दाबली जाईल की तबकडीचा काटा फक्त ५ ते ७ उपभाग उजवीकडे सरकेल. नंतर तबकडीची चकती स्वतंत्रपणे स्वतःसभोवती फिरवून तबकडीची शून्यांश रेषा काटयाचे खाली आणतात. ह्या क्रियेला तबकडी प्रमापीचे पूर्व दाबन (Pre–loading) असे म्हणतात. ही क्रिया कोणत्याही नगाचे तबकडी प्रमापीचे सहाय्याने मापन करण्यासाठी केली जाते. अशा प्रकारे तबकडीचे पूर्व दाबन केल्यानंतर तबकडीच्या संवेदन दांडीखालून वीट प्रमापी संच काढून घेतात नंतर ज्या भागाचे मापन करावयाचे असते तो नग वीट प्रमापी संचाचे संवेदन दांडीखाली ठेवतात. नग संवेदन दांडीखाली ठेवण्यापूर्वी संवेदन दांडी अंगठा व पहिले बोट यांचे सहाय्याने थोडी वरच्या दिशेने उचलून घेऊन नंतर नग दांडीखाली सरकवितात नंतर तबकडीमध्ये नगाच्या मापाचे वाचन करतात. जर तयार नग अपेक्षित मापाच्या अनुज्ञेय परवान्यापेक्षा ०.०१ मि. मी. अगर ०.०२ मि. मी. मोठा असेल तर तबकडी-वरील काटा –०.०३ अगर –०.०४ च्या खुणेवर जाऊन स्थिर होईल. या उलट जर तयार नग अपेक्षित मापापेक्षा ०.०१ मि. मी. लहान असेल तर तबकडीमधील काटा डावीकडे ०.०१ इतका सरकून स्थिर राहील.

३ प्रमापी साधने (पुढे चालू)

तौलनिक प्रमापी साधनें :–

१) **बाह्य व आंतर माप कैंवार** (Out side and in-side caliper) ह्या दोन प्रमापी साधनांचा उपयोग नगाचे आतून व बाहेरून माप घेण्यासाठी करतात. आंतर व बाह्य माप कैंवारांचे दोन प्रमुख प्रकार अस्तित्वात आहेत. आकृती क्रमांक ३.१ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे माप कैंवाराचे दोन पाय त्यांच्या एक टोकाला

आ. क्र. ३.१ बाह्य व आंतरमाप कैंवार

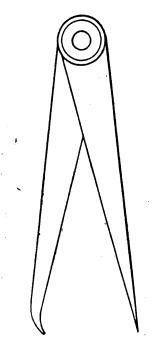
एकतर रिवेटन करून जोडलेले असतात किंवा दुसऱ्या प्रकारात दाखविल्याप्रमाणे दोन पाय एकमेकांना लवचिक पोलादी पट्टीने जोडलेले असतात. पैकी दुसऱ्या

आ. क्र. ३.२ विभाजक

प्रकारचा माप कैवार त्याला जोडलेल्या सूत्रकामुळे आवश्यक तितक्या प्रमाणात नेमका सरकविता येण्याची सोय असते.

बाजारात १०० मि. मी., १५०, व ६०० मि. मी. इतके माप घेऊ शकणारे माप कैवार मिळतात. दोन्ही प्रकारच्या माप कैवारांचे पाय उच्च कर्बपोलादी व त्याचे सूत्रक व रिवेट मध्यम कर्बपोलादी तर नट मात्र नीच कर्बपोलादी असतात.

२) **विभाजक** (Divider):– ह्या साधनाचा उपयोग विशिष्ठ मापाचे वर्तुळ काढण्यासाठी, वर्तुळाचे परिघावर विशिष्ठ मापाच्या खुणा करण्यासाठी तसेच एखाद्या सरळ ओळीवर विशिष्ट मापाच्या खुणा करण्यासाठी केला जातो. शेजारील आकृती क्र. ३.२ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे ह्या प्रमापी साधनाच्या दोन्ही पायांना अणकुचीदार अशी बारीक टोके असतात. दोन्ही टोकांमधील अंतराचे नियमन विभाजकास जोडलेल्या सूत्रकामुळे करता येते. हे साधन १००, १५० व ३०० मि. मी इतक्या मापात मिळते.

३) **लंगडा माप कैवार** (Odd-leg caliper):–सदरहू साधन शेजारील आकृती क्र. ३.३ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे असून त्याच्या एका पायास टोकापाशी थोडेसे वाकविलेले असते व दुसरा पाय विभाजकाच्या पायाप्रमाण अणकुचीदार असतो. लंगडा माप कैवाराचा उपयोग एखाद्या नगावरील प्रस्तराची (Step) नगाच्या कडेपासून लांबी मोजण्यासाठी तसेच कोणत्याही नगावर समांतर रेषा काढण्यासाठी केला जातो. हे साधन १००, १५० व ३०० मि. मी. मध्ये मिळते.

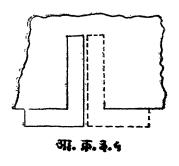
टीप :––बाह्य व आंतर माप कैवार, विभाजक व लंगडा माप कैवार ह्यांची टोके नेहमी योग्य त्या प्रमाणात चांगली, अणकुचीदार असणे आवश्यक आहे. ती तशी नसल्यास त्यांचे सहाय्याने मापन केल्याने माप योग्य तितके अचूक मिळणार नाही.

आ. क्र.३.३ लंगडामाप कैवार

४ काटकोन मापी (Fitter's square) :– शेजारील आकृती क्रमांक ३.४ मध्ये सदर प्रमापी साधन दाखविले असून त्याचा उपयोग एखाद्या नगाचे काटकोन तपासण्याकडे केला जातो. ह्या प्रमापी साधनाच्या पात्याचा उपयोग पुष्कळ वेळा एखादे कामाचा पृष्ठ समतल आहे किंवा नाही तेही पाहण्यासाठी केला जातो.

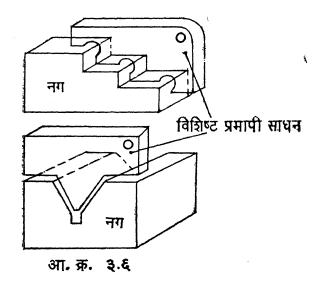
काटकोन मापीचे दोन भाग-पाते व धड एकमेकांना जोडलेले असतात. कोणताही काटकोन मापी योग्य त्या प्रमाणात बिनचुक आहे किंवा नाही ते तपासण्यासाठी पुढील पद्धतीचा उपयोग करतात.

आकृती क्र. ३.५ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे एका पृष्ठपटावर काटकोन मापी रीतीने ठेवतात की त्याच्या धडाची बाजु पृष्ठपटाला खेटून व पाते पृष्ठपटावर टेकून अशा स्थितीत काटकोनमापी ठेवून पात्याच्या बाहेरील कडेने एक रेषा पेन्सिलीने पृष्ठपटावर काढतात. नंतर काटकोन उचलून उलटून ठेवतात व काटकोनाचे धड पूर्वीच्या विरुद्ध दिशेने पृष्ठपटाशी खेटून ठेवतात. अशा स्थितीत ठेवल्यानंतर, पूर्वी काटकोनमापीच्या पात्याच्या कडेने काढलेल्या रेषेशी पात्याची कडा सम–रेषेत येईल. आता दुसरी रेषा काढतात. जर दोन्ही रेषांमध्ये जराही अंतर पडले तर तपासणी केलेला काटकोन मापी योग्य त्या दर्जाचा नसल्याचे समजतात.

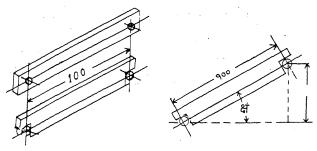
बाजारात काटकोनमापी १००, १५०, २००, ३००, ६०० व १००० मि. मी. च्या मापात मिळतात. काटकोन मापीची लांबी त्याच्या पात्याच्या लांबीवरून ठरविली जाते. काही काटकोन मापींच्या पात्यांवर प्रत्येकी एक/एक मिलीमीटरच्या रेषा आखलेल्या असतात व प्रत्येक दहाव्या रेषेवर १, २, ३ अशा सेंटिमीटर दर्शक खुणा कोरलेल्या असतात. अलिकडील काळात काही विशिष्ट कोनमापींचे पाते धडाशी काटकोनात सरकविता येण्याची सोय केलेली असते.

आ. क्र. ३.५

५) विशिष्ट प्रमापी साधने :–एखाद्या नगाचे ज्यावेळी एकासारखे एक शेकडो नग तयार करावयाचे असतील अशा वेळी विशिष्ट प्रमापी साधने तयार करावी लागतात.

आकृती क्रमांक ३.६ मध्ये अशी दोन विशिष्ट प्रमापी साधने दाखविली आहेत. विशिष्ट प्रमापी साधनांमुळे कामाचे तौलनिक 'मापन' करता येते.

आ. क्र. ३.६

वास्तविक ह्या साधनांचा उपयोग मापन करण्यासाठी न होता फक्त नगाची तपासणी (checking) करण्यासाठी होतो. तथापी हे विशिष्ट प्रमापी साधन एखाद्या विशिष्ट मापातच तयार केले जात असल्याने ते प्रमापी साधनात मोडते आकृती क्रमांक ३.६ मध्ये दाखविल्या प्रमाणे तयार केलेल्या विशिष्ट प्रमापी साधनास ते ज्या दोन स्तरांवर बसते करावयाचे असते त्या स्तरांवरील धातूची कडा बसण्यासाठी खाच पाडावी लागते. त्यामुळे विशिष्ट प्रमापी साधन व्यवस्थितपणे नगाच्या स्तरांवर बसते करून पाहता येते. सदरहू प्रकारचे प्रमापी साधन तयार करावयाच्या नगाप्रमाणे आवश्यक त्या आकारात व मापात तयार करावे लागते. अशा प्रकारच्या विशिष्ट प्रमापी साधनांमुळे नगाची एकाच वेळी द्वि–मिती (Two

dimensions) पाहता येऊन कारागिराचा वेळ बराच वाचतो. त्यामुळे, बरेच नग तयार करावयाचे झाल्यास प्रथम असे विशिष्ट प्रमापी साधन तयार करणे फायदेशीर ठरते. गरजेनुसार ही साधने उच्च कर्ब वा मिश्र पोलादाची बनवितात.

६) **'ज्या' प्रमापी साधन** (Sine-bar):- यंत्रशाळेमध्ये पुष्कळ वेळा असेही काम तयार करावयाचे असते की, ज्याचा कोन फारच अचूक असणे आवश्यक असते. अशा वेळी शेजारील आकृती क्रमांक ३.७ मध्ये दाखविलेल्या 'ज्या' प्रमापी साधनाच्या सहाय्याने करतात. प्रमापी साधनाने नगाचा कोन मापणे तसेच नगाची यंत्रपटलावर कोनात बांधणी ही कामे केली जातात.

आ. क्र. ३.७ ज्या प्रमापी साधन

'ज्या' प्रमापी साधनाची उभारणी त्रिकोणमितीच्या पुढील महत्वाच्या सिद्धांतावर केलेली आहे.

शेजारील आकृती क्रमांक ३.८.१ मध्ये दाखविलेल्या काटकोन त्रिकोणात हा कोन त्याच्या समोरील बाजू व कर्ण ह्यांचे लांबीच्या गुणोत्तराचे 'ज्या' (Sine-bar) **एवढा असतो.**

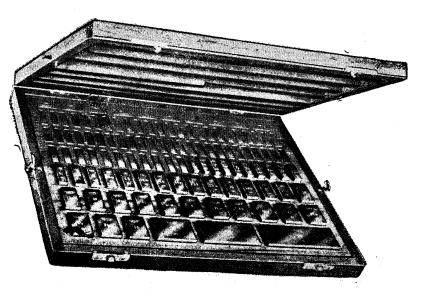
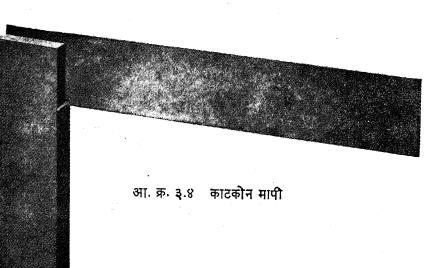
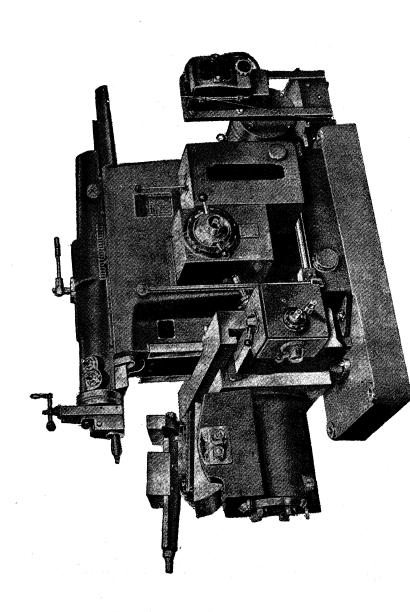
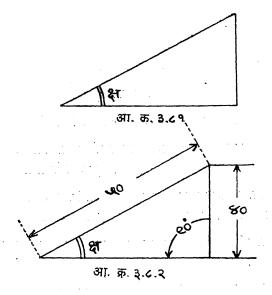
'ज्या' प्रमापी साधने आकृती क्रमांक ३.७ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे दोन प्रकारची असतात. एका प्रकारच्या साधनाला दोन गोलाकार खुंट्या जोडलेल्या असतात. तर दुसऱ्या प्रकारच्या साधनाला त्याचे दोन्ही टोकांना दोन वेल्लन (Rollers) प्रत्येकी एका मळसूत्राने जखडून ठेवलेले असतात. 'ज्या' प्रमापी साधनांचे काही प्रकारात त्यांना भोके पाडून त्यांचे वजन हलके केलेले असते. बाजारात १०० मि. मीटरच्या आकारात 'ज्या' प्रमापी साधन मिळते. त्याच्या वेल्लनांच्या मध्यबिंदूमधील अंतर १०० मि. मी. इतके असते, त्यामुळे दशांश पद्धतीने हिशेब करणे

आ. क्र. २.१६ वीट प्रमापी संच

आ. क्र. ३.४ काटकोन मापी

VIII

आ. क्र. ३.८.१

आ. क्र. ३.८.२

सोपे होते. **कोणत्याही प्रकारच्या 'ज्या' प्रमापी साधनाला योग्य ती अचूकता प्राप्त व्हावी म्हणून ती तयार करीत असताना पुढीलप्रमाणे दक्षता घेतली जाते.**

१) 'ज्या' प्रमापी साधनाचे सर्व सुटे भाग उच्च कर्ब पोलादाचे अथवा शक्यतर रूप वर्णातु (Nickel crome) पोलादाचे केलेले असतात.

२) सर्व सुटया भागांचे शाणन (Grinding) करण्यापूर्वी कठिणीकरण (Hardening) केलेले असते. कठिणीकरण केल्याने त्यांना आकार स्थाणुता (Dimensional stability) प्राप्त होते, तसेच मुळात कडक असलेल्या धातूचा कडकपणा वाढण्याला मदत होते. कठिणीकरणामुळे धातूची झीज रोधकता वाढते व शाणन केल्याने गंज रोधकता प्राप्त होते.

३) 'ज्या' प्रमापीच्या आयताकारी पट्टीच्या लांबीच्या दोन्ही बाजूंचे वेल्लनांच्या मध्यरेषेपासुनचे अंतर समान असते व त्या दोन्ही बाजू वेल्लनाच्या मध्यरेषेशी जास्तीत जास्त संपूर्ण समांतर असतात. संदरील बाजूंची समांतर अचूकता (Accuracy) ०.००१ मि. मी. असते. ×

४) 'ज्या' प्रमापीला जोडलेले दोन्ही वेल्लन समान मापाचे असतात.

---

* Testing Machine Tools,
—Dr. G. Schlesinger

'ज्या' प्रमापी साधनान कामाचे कोन मापन करण्यासाठी पुढील आनु-षंगिक साधनांची आवश्यकता असते.

१) समतलन केलेले पृष्ठपट (Pre-levelled superface)

२) व्हर्निअर अनुश्रेणी उंची मापी (Vernier height gauge)

३) वीट प्रमापी संच (Slip gauge box)

ज्या नगाचे कोनमापन करावयाचे असेल त्या नगाच्या निमुळत्या पृष्ठाला 'ज्या' प्रमापी साधनाच्या पट्टीचा पृष्ठ चिकटवून माप घेण्याचा प्रघात आहे.

नगाचे कोनमापन कसे करतात त्याची, पूर्वी दिलेल्या त्रिकोणमिती सिद्धांतावर आधारित काही उदाहरणांवरून कल्पना येईल.

आकृती क्र. ३.८.२ मधील काटकोन त्रिकोणाचो एक बाजू ४० मि. मी. व कर्ण ५० मि. मी. आहे तर त्याचा क्ष हा कोन किती असेल ते सांगा ?

त्रिकोणमितीच्या सिद्धांताने क्ष हा कोन त्याचे समोरील बाजूची लांबी व कर्णाची लांबी यांच्या गुणोत्तराच्या 'ज्या' एवढा असतो.

म्हणून,

$$\text{'ज्या' क्ष} = \frac{\text{समोरील बाजूची लांबी}}{\text{कर्णाची लांबी}} = \frac{४०}{५०} = \frac{४}{५} = ०.८$$

आता परिशिष्टात दिलेल्या त्रिकोणमितीच्या कोनदर्शक तक्त्यावरून ०-८ ही संख्या 'ज्या' दर्शिकेत पहा. दर्शिकेमध्ये पाहिल्यानंतर ह्या संख्येची किंमत ३६° ५′ इतकी दिसेल. अशा रीतीने हा कोन ३६° ५′ इतका होतो.

समजा एखाद्या काटकोन त्रिकोणाची एक बाजू १०० मि. मी. व कर्ण ८०० मि. मी. आहे तर त्याचा क्ष हा कोन किती असेल ते काढा.

त्रिकोण मितीच्या सिद्धांताप्रमाणे,

$$\text{'ज्या' क्ष} = \frac{\text{समोरील बाजूची लांबी}}{\text{कर्णाची लांबी}} = \frac{१००}{८००} = \frac{१}{८} = ०\cdot१२५$$

आता परिशिष्ठात दिलेल्या 'ज्या' दर्शिकेवरून ह्या संख्येची किंमत ७०० १०′ इतकी येते. म्हणून क्ष हा कोन ७०° १०′ इतका होतो.

वरील दोन उदाहरणांमधील कर्णाचे ठिकाणी 'ज्या' प्रमापी साधन व उभ्या बाजूचे ठिकाणी वीट प्रमापी कल्पिल्यास नगाचे कोन मापन कशा प्रकारे करतात याची कल्पना येऊ शकेल.

'ज्या' प्रमापी साधनाने नगाचा कोन मोजण्याची क्रिया

१) प्रथम ज्या पृष्ठपटावर मापन करावयाचे असेल त्या पृष्ठपटाचे समतलन करून पृष्ठभाग स्वच्छ करून घेतात.

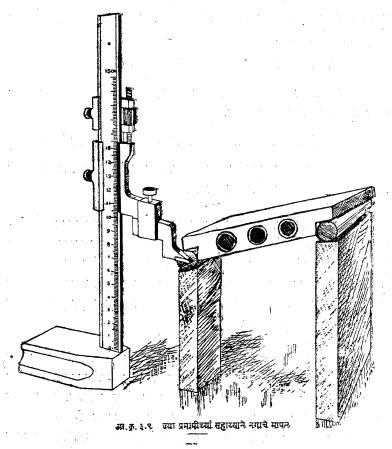
२) नंतर 'ज्या' प्रमापी साधन व वीट प्रमापी स्वच्छ करून घेतात.

३) निमुळत्या नगाच्या मोठ्या मापाची व लहान मापाची वजाबाकी इतक्या मापाची वीट प्रमापींची चवड तयार करून घेतात.

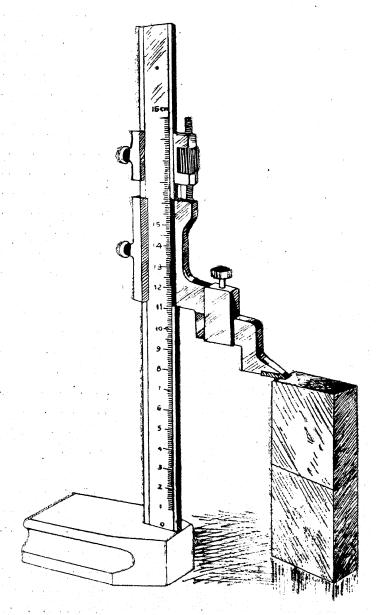
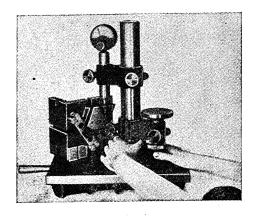
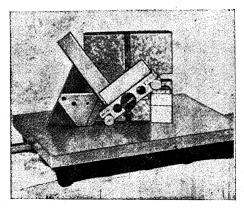
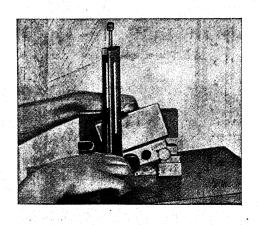
४) नंतर ज्या तयार नगाचे मापन करावयाचे आहे तो नग शेजारील आकृती क्रमांक ३.९ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे पृष्ठपटावर ठेवतात व त्याच्या निमुळत्या बाजूला खेटून 'ज्या' प्रमापीची आयताकार पट्टी अशा प्रकारे ठेवतात की ज्यामुळे तिच्या दोन्ही वेल्लनांमधील लांबीचा पृष्ठभाग नगाच्या निमुळत्या बाजूला चिकटून बसेल व एका बाजूचा वेल्लन वीट प्रमापींच्या चवडीत बसता राहून दुसरा वेल्लन वीट प्रमापीच्या चवडीवर टेकेल.

वरीलप्रमाणे तयारी झाल्यानंतर शेजारील आकृतीमध्ये दाखविलेल्या विशिष्ठ रेषेच्या काटकोन त्रिकोणाचे मापन अनुश्रेणी उंची मापीचे सहाय्याने करतात. त्यासाठी पुढील पद्धत अवलंबितात. पृष्ठपटापासून मापन केले जाते. उंच बाजूच्या वीट प्रमापीची उंची अधिक वेल्लनाची उंची वजा वेल्लनाची त्रिज्या म्हणजेच पृष्ठपटापासून ते वेल्लनाच्या मध्यबिंदुपर्यंन्तचे माप मिळते. ह्या पद्धतीप्रमाणेच कमी उंचीच्या वीटप्रमापीच्या बाजूच्याही वेल्लनाच्या मध्यबिंदूपर्यंन्तचे पृष्ठपटापासूनचे माप काढतात. नंतर ह्या दोन्ही मापांची वजाबाकी केली असता पूर्वी सांगितल्याप्रमाणे आपणास काटकोन त्रिकोणाच्या लंबाची लांबी मिळते. कर्णाची लांबी म्हणजेच दोन वेल्लनांमधील अंतर १०० मि. मी. कायम असल्याने काटकोन त्रिकोणाच्या कर्ण व लंब ह्या दोन्ही बाजू माहीत होऊन पूर्वी प्रमाणेच त्रिकोणमितीचा सिद्धांत वापरून नगाचा कोन 'ज्या' कोन दर्शिकेवरून काढता येतो.

७) **सरळ रेषा प्रमापी** (Straight edge) आकृती क्रमांक ३.११ पहा मुख्यतः दोन प्रकारचे सरळ रेषा प्रमापी मिळतात. त्याचा उपयोग तयार करा

आ.क्र. ३.९ ज्या प्रमापीच्या सहाय्याने नगाचे मापन

वयाच्या कामाची कडा कितपत सरळ आहे ते पाहण्यासाठी तसेच एखाद्या नगाचा पृष्ठभाग कितपत सपाट आहे ते ताडून पाहण्यासाठी होतो.

काही सरळ रेषा प्रमापी वर्ण रुपातु पोलादाचे असतात. हे तयार करताना पुढील खबरदारी ध्यानात घेऊन बनवितात.

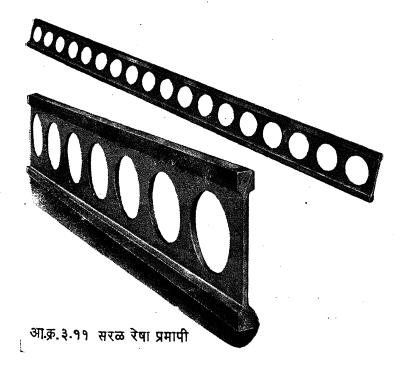
१) सरळ रेषा प्रमापीला परिमाण स्थाणुता (Dimensional Stability) व झीज रोधकता तसेच गंज रोधकता ह्या बाबी, यांच्याकडून ज्या प्रकारचे काम अपेक्षित असते त्यासाठी, असणे अत्यंत आवश्यक आहे.

आ.क्र. ३.९ ज्या प्रमापीच्या सहाय्याने नगाचे मापन

आ. क्र. ३.१० ज्या प्रमापीचे विविध उपयोग

२) सरळ रेषा प्रमापीला जास्तीत जास्त बिनचुक सरळपणा व त्याच्या पृष्ठभागांची जास्तीत जास्त सपाटी असणे अत्यंत आवश्यक आहे तसेच;

३) सरळ रेषा प्रमापीच्या चारी बाज एकमेकीशी जास्तीत जास्त काटकोनात बिनचुकपणे असणे व त्याच्या समोरासमोरच्या बाजू एकमेकीशी समांतर असणे अत्यंत आवश्यक आहे.

काही वळा विशिष्ठ प्रकारचे सरळ रेषा प्रमापी दोन भागात असते वरचा भाग प्रमापी स्तर म्हणून ओळखतात व खालचा भाग त्याच्या बैठकीचे काम करतो. प्रमापी स्तर पूर्वी सांगितल्याप्रमाणे वर्णरूपातु पोलादी तर बैठकीचा भाग उच्च कर्ब पोलादी असतो. हे दोन्ही भाग एकमेकांस वितळ जोडलेले (Welded) असतात प्रथम वितळजोड करून नंतर त्यांचे संपूर्ण यंत्रण केले जाते.

वरील दोन प्रकारांखेरीज आणखीही एका प्रकारचे सरळरेषा प्रमापी मिळते, व हे पूर्वीप्रमाणे धातूचे नसून ग्रॅनाईट (Granite) ह्या विशेष प्रकारच्या दगडाचे असतात. ग्रॅनाईटच्या सरळरेषा प्रमापीमध्ये धातूच्या सरळरेषा प्रमापीपेक्षा वरील महत्वाच्या सर्वच बाबी बऱ्याच जास्त प्रमाणात असतात. त्यामुळे बारुदाच्या दारूसामानाचे (Ordnance factory) जेथे काम केले जाते अशा कारखान्यांतून ग्रॅनाइटच्या सरळरेषा प्रमापीचा विशेषकरून प्रायः उपयोग करतात. नगाच्या पृष्ठभागाचा सपाटपणा ताडून पाहण्यासाठी नगाच्या ज्या पृष्ठभागाचे निरीक्षण (Inspection) करावयाचे असेल त्याला नीळ (Prussian blue) लावून तो पृष्ठभाग सरळरेषा प्रमापीच्या पृष्ठावर घासून ताडून पाहतात. नगाच्या पृष्ठभागावरील जेवढ्या बिंदूंची नीळ निघून गेली असेल तेवढे बिंदू, नीळ न पुसली गेलेल्या बिंदूंपेक्षा वरच्या स्तरावर आहेत असा त्याचा अर्थ केला जातो.

आ.क्र.३.११ सरळ रेषा प्रमापी

४. रुपित्र

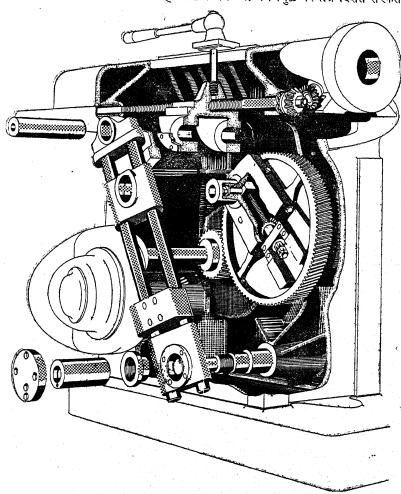
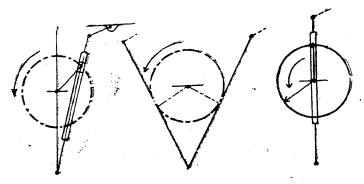
धातूचा कोणताही नग यंत्राच्या यंत्रपटलावर (Machine table) एखाद्या विशिष्ट प्रकारे आवळून स्थिर ठेवून, कर्तनी हत्यारास (cutting tool) पश्चाग्रगती देऊन नगावरील धातू कापून नगाचा पृष्ठ यंत्रून काढल्यानंतर तो पृष्ठ-भाग सपाट होतो. अशा रीतीने नगाला सपाट आकार प्राप्त करून देण्याचे कार्य प्रामुख्याने ज्या यंत्रावर करतात त्याला रुपित्र (Shaping machine) अशी संज्ञा आहे. रुपित्राची कार्यकारी अचूकता (Working accuracy) ०.०२ मि. मी. प्रति १००० मि. मीटर इतकी असते, म्हणजेच रुपित्रावर तयार केलेल्या नगाच्या पृष्ठभागांचा समांतरपणा तबकडी प्रमापीने (Dial gauge) तपासला असता तो ०.०२ मि. मी. इतका अचूक तयार झाला आहे असे दिसून येते.* रुपित्राच्या यंत्रपटलावर काम आवळलेले असते व संपूर्ण यंत्रपटल, हत्यार पश्चाग्र गतीत सरकत असताना, हत्याराचे दिशेने सरकत असते. नगाच्या पृष्ठभागाला हत्याराचा जोराने स्पर्श होताच धातूचे अधिभघटित विरुपण (Plastic deformation) होऊन नगाची साल निघते व पाठ क्रमांक एकमध्ये वर्णिल्याप्रमाणे नगाचा पृष्ठभाग सपाट होतो. रुपित्रावर ज्यांचे पृष्ठभाग सपाट करावयाचे आहेत असे, चौरस, आयताकार व घनाकार (cubical) नग यंत्रण करण्यासाठी विशेषतः लावले जातात. ह्या खेरीच ज्या नगावर आतून तसेच बाहेरून नगाच्या संपूर्ण लांबीवर अथवा लांबीचा काही भाग सरळ किंवा कुंडलाकार (Helical) गाळे करावयाचे असतात असे नग रुपित्रावर लावून त्यांचे यंत्रण करतात.

रुपित्राची क्षमता (Capacity) यंत्राच्या विसर्पी मेषाच्या (Sliding ram) सटक्याच्यां (Stroke) लांबीवरून विशेषतः ठरविली जाते. जसे, एखाद्या रुपित्राची क्षमता ६०० मि. मी. आहे, म्हणजे यंत्राच्या सटक्याची लांबी ६०० मि. मी. आहे असा अर्थ होतो. त्यामुळे अशा प्रकारच्या यंत्रावर सहसा ६०० मि. मी. पेक्षा जास्त लांबीचे काम लावले जात नाही.

आकृती क्रमांक ४.१ मध्ये काही रुपित्राची चित्रे दाखविली आहेत शिकाऊ उमेदवारांनी प्रमुख यंत्रांगांचा अभ्यास प्रत्यक्ष एखाद्या यंत्रापाशी उभे राहून

---

* Testing Machine Tools,
—Dr. G. Schlesinger

केल्यास तो अधिक लाभ दायक होईल. आकृती क्रमांक ४.२ मध्ये अशा एका रुपित्राची अंतर्गत रचना दाखविली आहे. त्यावरून कर्तनी हत्याराला पश्चाग्र गती कशी प्राप्त होते ते समजून येईल. कर्तनी हत्यार ज्या टाळी पेटीला (clapper box) जखडलेले असते ती टाळी पेटी यंत्राच्या विसर्पी मेषाला (sliding ram) जोडलेली असते. हा विसर्पी मेष यंत्राच्या वरच्या बाजूस एकाच सरळ दिशेत जमिनीशी समांतर पश्चाग्र दिशेने सरकत असतो. रुपित्राचा हा विसर्पी मेष ज्या यंत्रणेमुळे पश्चाग्र दिशेत सरकत

आ. क्र ४.२ यंत्राच्या अंतर्गत यांत्रिक रचनेचे दृश्य

आ, क्र. ४-३

असतो त्या यंत्रणेला उत्केन्द्री यंत्रणा (crank mechanizm) अगर दोलक भुजा (Rocker arm mechanizm) अर्थात डोलती तरफ असे म्हणतात. ह्या दोलक भुजा यंत्रणेचे कार्य पुढीलप्रमाणे चालते.

यंत्राच्या चलित्राला (Motor) असलेल्या मुख्य कप्पीची आवर्तने (revolutions) त्या कप्पीवर लावलेल्या पट्टयामुळे यंत्राला जोडलेल्या दुसऱ्या कप्पीला मिळतात. ह्या दुसऱ्या कप्पीला उपकप्पी असे म्हणतात. उपकप्पीच्या मधोमध आत असलेल्या गोल दण्डावर यंत्राचे आतील बाजूस एक लहानसे दंतचक्र किंवा दंतिका (Pinion) असते. ह्या दंतिकेशी एक मोठे दंतचक्र जुळवलेले असते. अशा ह्या रचनेमुळे हे मोठे दंतचक्र चलित्राच्या आवर्तनापेक्षा कितीतरी प्रमाणात कमी गतीने स्वत:भोवती फिरते. ह्या दंतचक्रास मधोमध एक आयताकार गाळा असून त्यात एक प्रवण दंतचक्र (Bevel gear wheel) व सूत्रक आणि त्यालाच जोडून एक चौकोनी ठोकळा असतो. हा चौकोनी ठोकळा दोलक भुजचे आत असलेल्या आयताकार गाळ्यात, मोठे दंतचक्र फिरत असताना वर व खाली असा रेखानुवर्ती सरकतो. दोलक भुजेचे वरचे टोक यंत्राच्या वर बसविलेल्या विसर्पी मेषाला जोडलेले असते व खालचे टोक यंत्राच्या बैठकीत बसविलेल्या गोल दण्डात दोलक भुजेला खाचा पाडून अडकविलेले असते. (आ. क्र. ४-३ पहा)

चलित्राची आवर्तने दंतिकेच्या द्वारे मोठ्या दंतचक्राला मिळून ते स्वत:भोवती गोलाकार फिरू लागते. ह्या मोठ्या दंतचक्राला जोडलेल्या चौकोनी ठोकळ्याची मोठ्या दंतचक्रासह गोलाकार फिरण्याची प्रवृत्ती असते. तथापि तो चौकोनी ठोकळा दोलक भुजेमधील आयताकार गाळ्यात अडकविलेला असल्याने त्यास गोलाकार फिरता न येऊन तो दोलक भुजेमधील आयताकार गाळ्यात वरखाली पश्चाग्र

दिशेने फिरतो. ठोकळ्याची सदरहू पश्चाग्र दिशेने होणारी विसर्पी चाल दोलक भुजेल उत्तरदक्षिण मध्यबिंदूशी विशिष्ट कोनात गती देते. पूर्वी सांगितल्याप्रमाणे दोलकभुजा एका टोकाने यंत्राच्या बैठकीला अडकविलेली असल्यामुळे, व दुसऱ्या टोकाला विसर्पी मेषाशी जोडली गेल्याने विसर्पी मेषाला अनुरेख पश्चाग्र गती मिळते. अशा रीतीने यंत्राच्या चलित्राच्या मुळच्या चक्राकार गतीचे विसर्पी मेषाच्या अनुरेख पश्चाग्र गतीमध्ये रूपांतर होते. **रुपित्रांच्या ह्या दोलक भुजा यंत्रणेचे कार्य अत्यंत महत्वाचे असून ते व्यवस्थित समजून घेणे अत्यंत आवश्यक आहे.**

—रुपित्राच्या इतर भागांचे कार्य (आ. क्र. ४.४ पहा.)

१) **बैठक** (Base) :—हा भाग मिश्र बिडापासून किंवा काही यंत्रांचे बाबतीत मिहनाईट नावाच्या मिश्र बिडाचा केलेला असतो. बैठकीचे कार्य संपूर्ण यंत्राला मजबूत पायाभूत आधार देण्याचे असते. ही बैठक मजबूत, टणक, वजनदार व प्रघातरोधी असावी लागते. कित्येक यंत्रांमध्ये सदर बैठक आतून पोकळ केली असून त्यात यंत्राचे तेलनिगर्त (Oil sump) तयार केलेले असते. ह्या तेल निगर्तामध्ये यंत्राच्या सर्व यांत्रिक रचनेला तेल पुरवठा करणारी स्नेहल यंत्रणा (lubricating mechanizm) बसविलेली असते. बैठकीचा तळ व वरच्या भागापैकी जेवढ्या भागावर स्कम्भ, दोलक भुजा असलेली यंत्रणा बसते ते पृष्ठभाग एकमेकांस समांतर असे यंत्रण केलेले असतात. बैठकीच्या ह्या वरच्या पृष्ठाशी संबंधित (related) असे असतात. त्यामुळे, सदरील बैठकीचे दोन्ही पृष्ठ एकमेकांस समांतर असणे आवश्यक आहे.

२) **स्कम्भ** (column):—हा भाग देखील बैठकीप्रमाणेच मिश्र बिडाचा असून त्याचा बैठकीवर बसणारा तळ व समोरील बाजू अत्यंत अचकपणे म्हणजे ०.०२ मि. मी. इतक्या प्रमाणात एकमेकांशी काटकोनात असतात. सदरील स्कम्भ बैठकीवर उभा असून तो बैठकीशी बोल्ट, नटचे सहाय्याने जोडलेला असतो, ह्या बैठकीच्या सपाट असलेल्या बाजूवर क्षैतिज सरक रूळ जखडलेला असतो. हा क्षैतिज सरक रूळ स्कम्भाच्या सपाट बाजूच्या आधाराने विसर्पी मेषाच्या दिशेने वर व खाली सरकविता येतो.

३) **क्षैतिज सरक रूळ** (Cross rail) :— वर लिहिल्याप्रमाणे क्षैतिज सरकरूळ स्कम्भाशी जोडलेला असतो. क्षैतिज सरक रूळाचे दोन भाग असतात आतला भाग स्कम्भाला जोडून असतो व बाहेरचा भाग आतल्या भागाशी क्षैतिज अग्रीम सूत्रकाचे योगाने डवरी (Dovetail) सरक करून जोडलेला असतो, व

त्या डवरी सरकेच्या (Dovetail slide) आधारे क्षैतिज अग्रीम सूत्रकाचे योगाने क्षैतिज समांतर रेषेत सरकतो. क्षैतिज सरक रूळाचे आतला भाग स्कम्भाच्या आधाराने वरखाली ध्रुवीय रेषेत सरकविता येण्यासाठी स्कम्भाच्या जोडीमध्ये एक ध्रुवीय अग्रीम सूत्रक बसविलेला असतो. ह्या ध्रुवीय अग्रीम सूत्रकाच्या योगाने क्षैतिज सरक रूळाचा आतला भाग वरखाली ध्रुवीय रेषेत सरकतो.

४) **यंत्रपटल** (Machine table) :– यंत्रपटल क्षैतिज सरक-रूळाच्या बाहेरील अंगाशी जोडलेले असते. यंत्रपटलाचा उपयोग नग जखडण्यासाठी करतात. यंत्रपटलाच्या सहा बाजू एकमेकाशी काटकोनात व समोरासमोरील बाजू एकमेकांशी समांतर असतात. यंत्रपटलाच्या वरच्या पृष्ठभागावर व ह्या पृष्ठ-भागाशी काटकोनात असलेल्या पृष्ठांवर 'उलट "टी" ' च्या आकाराचे गाळे कापलेले असतात. ह्या गाळ्यांची लांबी विसर्पी मेषाच्या लांबीशी समांतर व काटकोनात असते. **तसेच हे गाळे एकमेकांशी समांतर असून समान अंतरावर असतात.** ह्या गाळ्यांचा उपयोग यंत्रण करावयाचे नग आवळण्यासाठी वापरावयाचे टी-बोल्ट अडकविण्यास होतो. यंत्रपटलाच्या ज्या पृष्ठांवर टी गाळे असतात ते पृष्ठभाग ०.०२ मि. मी. इतके समतल सपाट असावे लागतात. यंत्रपटलाला दुसऱ्या बाजूने आधार दिलेले असतात.

५) **विसर्पी मेष** (Sliding ram) :–विसर्पी मेष यंत्राच्या शिरोभागी असून तो पूर्वी सांगितल्याप्रमाणे पश्चाग्र दिशेने मागेपुढे सरकत असतो. विसर्पी मेषाचे समोरील बाजूवर कर्तनी हत्यार धानी (Tool-box) बसविलेली असते. सदरील विसर्पी मेष जितके अंतर सरळ रेषेत यंत्रपटलाच्या दिशेने जास्तीतजास्त पुढे जाऊ शकतो ते अंतर म्हणजेच यंत्राचा सटका होय. ज्यावेळी कर्तनी हत्यार धानी स्कम्भा-पासून दूर जाते, व ती जितके अंतर दूर जाते, तेवढ्या अंतरास कार्यकारी वा कर्तन सटका (working or cutting stroke) म्हणतात. ह्या अंतराइतकेच अंतर कर्तनी हत्यार धानी स्कम्भाकडे उलट मागे येते. पण ह्या परतीच्या दिशेने येताना धातू कापली न गेल्याने त्याला परतीचा सटका (Return stroke) किंवा निष्कर्तनी सटका (Idle stroke) अशी संज्ञा आहे. कार्यकारी सटका व निष्कर्तनी सटका यांची लांबी अंदाजे समान असते. कार्यकारी सटक्याची लांबी यंत्रण करावयाच्या नगाच्या लांबीनुसार कमीजास्त प्रमाणात योग्य तितकी ठेवावी लागते.

टीप :–यंत्रण करावयाच्या नगापेक्षा सटक्या (Stroke) ची लांबी अंदाजे १५ ते २० मि. मी. जास्त ठेवण्याचा प्रघात आहे.

६) **सटका नियंत्री यंत्रणा** :—यंत्राच्या ज्या बाजूला कामगार उभा राहून काम करतो त्या बाजूकडेच यंत्राची सर्व नियंत्रण साधने (controls) बसविलेली

असतात. **यंत्राच्या ह्या बाजूला यंत्राची नियंत्रि बाजू असे म्हणतात.** नियंत्रि बाजूस एक गोल दंड यंत्राचे आत गेलेला असतो. ह्या गोल दंडाला यंत्राच्या आतून एक प्रवण दंतचक्र बसविलेले असते. ह्या प्रवण दंतचक्राशी (Bevel gear) जुळवून आणखी एक प्रवण दंतचक्र असते व ह्या दुसऱ्या दंतचक्राबरोबर एक सूत्रक जोडलेला असतो. वर लिहीलेला गोल दंड स्वतःभोवती गोल फिरविला असता यंत्राचे आतील पहिले प्रवण दंतचक्र दुसऱ्या प्रवण दंतचक्रास फिरविते. दुसऱ्या प्रवण दंतचक्राशी सूत्रक जोडलेला असल्याने तो सूत्रक फिरू लागतो. वरील सूत्रकाचा नट म्हणजेच पूर्वी लिहील्याप्रमाणे दोलक भुजेच्या आयताकारी गाळ्यात बसविलेला चौरस तुकडा होय. जितक्या प्रमाणात हा चौरस तुकडा वर खाली सरकेल तितक्या प्रमाणात विसर्पी मेष कमीजास्त अंतर यंत्राच्या बाहेरील बाजूस सरकतो. यंत्राला बसविलेल्या ह्या गोल दण्डावर एक दंतचक्र बाहेरील बाजूस बसविलेले असते. सदरील दंतचक्राशी जुळवून आणखी एक दंतचक्र खालच्या बाजूला असते. ह्या दंतचक्राच्या बाह्यांगावर ज्याच्या मुखपृष्ठावर गाळा केलेला आहे असे एक चक्र असते. ह्या गाळा असलेल्या चक्रात एक ग्रथन (Link) क्षैतिज अग्रीम अडकविलेले असून त्या ग्रथनाचे दुसरे टोकास एक कुत्रे असते. हे कुत्रे त्याचे खाली असलेल्या सूत्रकावर बसविलेल्या दंत चक्रामध्ये अडकविलेले असते. अशा प्रकारे यंत्राच्या चलित्राच्या गतीचे, एका बाजूस विसर्पी मेषाकडे व दुसरीकडे यंत्रपटलाकडे गतीवहन (Speed transmission) केलेले असते. त्यामुळे विसर्पी मेषाचा परतीचा सटका संपूर्ण होताच, पण, कार्यकारी सटका सुरू होण्यापूर्वी यंत्रपटल ठराविक अंतर योग्य त्या दिशेत क्षैतिज समांतर सरकविण्याचे कार्य ज्या यंत्रणेमुळे होते तिला अनिवर्ती यंत्रणा (Ratchet mechanizm) असे म्हणतात.

टीपः—काही कारणामुळे यंत्रपटल वर अगर खाली सरकवावयाचे असेल तेव्हां प्रथम अनिवर्ती यंत्रणा आधी सैल करावी.

५. यंत्रकामी शेगडे व खिळणी

रुपित्रावर नगाची बांधी करण्याच्या पुष्कळ पद्धती आहेत. एका प्रमुख पद्धतीमध्ये यंत्रकामी शेगडे (Machine vices) यंत्रपटलावर जखडण्यात येऊन त्यावर काम बांधी केली जाते. जे नग आकाराने लहान असतात, व जे, यंत्र पटलावर जखडणे सोयीचे नसते असे नग यंत्रण करण्यासाठी विशेष प्रकारची काम-बांधीची साधने वापरून यंत्रण केले जाते. अशा साधनांना खिळणी (fixtures) असे म्हणतात.

आकृती क्रमांक ५.१ मध्ये विविध प्रकारचे यंत्रकामी शेगडे दाखविले आहेत शेगडयांमध्ये पुढीलप्रमाणे मुख्य प्रकार आहेत.

१) फिरता शेगडा (Swivelling vice),

१) उच्चालक फिरता शेगडा (Universal vice),

३) असमांतर जबडयाचा शेगडा (Non-parallel vice)

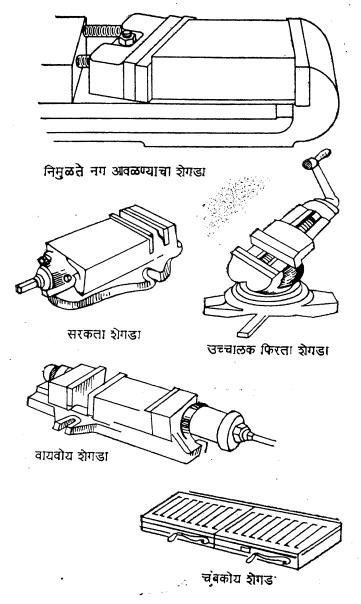
४) पालिग्राम शेगडा (Cam action vice).

टीप:—कोणत्याही प्रकारचा शेगडा असला तरी त्याला पुढील तीन मुख्य सुटे भाग असतात.

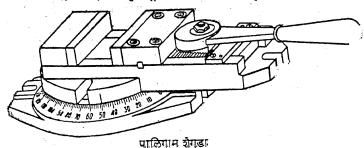
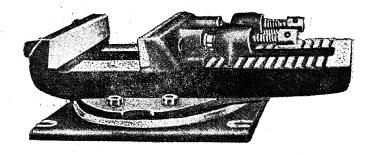
अ) बैठक (Base),

ब) जबडे (Jaw),

क) सूत्रक (Screw).

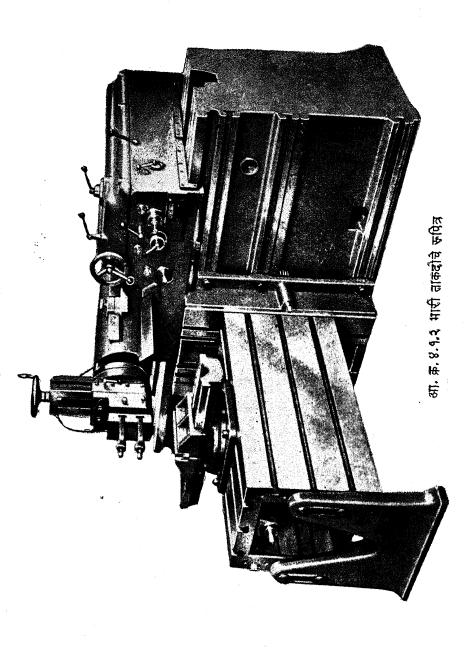
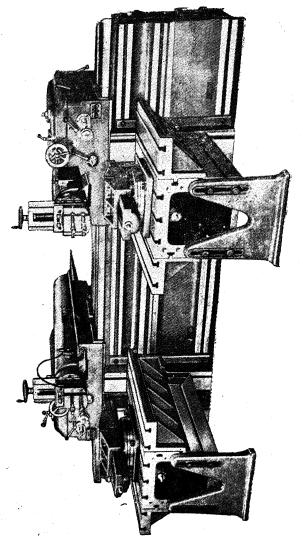
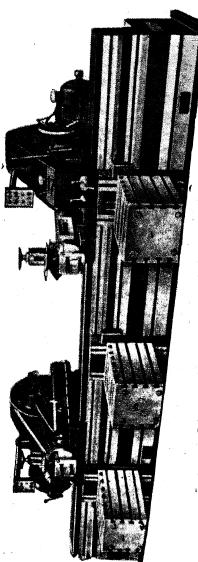
(१) **फिरता शेगडा** (Swivelling vice) :– फिरत्या शेगडयाचे बैठकीचे तळाला यंत्रण केल्यानंतर ह्या तळाशी समांतर अशा रीतीने वरच्या पृष्ठाचे यंत्रण करतात व त्यात 'उलट टी च्या आकाराचा' गाळा बनवितात. ह्या गाळयात 'टी च्या आकाराचे' दोन बोल्ट अडकवून ते धडाच्या भोकातून वर काढतात अशा रीतीने बैठकीशी धड जोडले जाते. बैठकीला बाहेरच्या बाजूने ०°-९०° असे अंश दर्शविणारे रेखांकन केलेले असते. ह्यामुळे शेगडयाचे धड आवश्यकतेनुसार कोणत्याही कोनात त्याचे बैठकीशी जखडता येते. फिरत्या शेगडयाचा एक जबडा स्थिर व दुसरा चल असतो. चल जबडा सरकविण्याचे काम करण्यासाठी एक सूत्रक

आ. क्र. ५.१ विविधयंत्रकामी शेगडे

असतो. चल जबडा शेगडयाच्या धडाला असलेल्या दोन आयताकारी पट्टयांवर सरकतो, व त्याला सरकविण्याचे काम करणाऱ्या सूत्रकाला फिरविण्याचे काम करण्यासाठी एक हस्तक (Handle) वापरतात. कित्येक कारागीर शेगडयात काम पकडनं ते जास्त आवळण्यासाठी ह्या हस्तकावर हातोडीने जोराने ठोकतात. **तथापी अशा प्रकारे ठोकणे चूक आहे. त्यामुळे सूत्रकाचे आटे खराब होतात.**

पालिगाम शेगडा

आ. क्र. ५.१ आणखी कांही यंत्रकामी शेगडे

शेगडयाच्या दोन्ही जबडयाना आतल्या बाजूने प्रत्येकी एक असे दोन आयताकार तुकडे स्क्रूने जोडलेले असतात. ह्या आयताकार तुकडयांवर एका बाजूने विखाचन (Knurling) केलेले असते. ह्या विखाचनामुळे ज्या नगाला जबडयात आवळून धरावयाचे असेल त्यावर जबडयाचा दाब पक्का बसतो. काही कारागीर त्यांना ज्यावेळी नरम धातूचे काम जबडयात धरावयाचे असेल तेव्हा ह्या जबडयांचे तुकडयांवरील विखाचन काढून त्यांना शाणन करतात व वापरतात **तथापि हे योग्य नव्हे.** त्याऐवजी अजिबात नवे तुकडे पाहिजे त्याप्रमाणे तयार करून जोडावेत. ह्याखेरीज तांब्यापासून देखील आयताकार तुकडे तयार करून शेगडयाच्या जबडयात जोडता येतात.

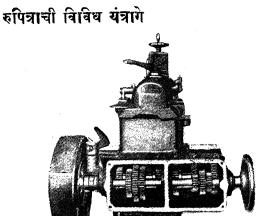
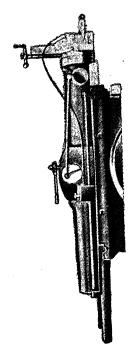
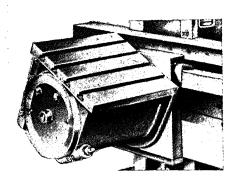
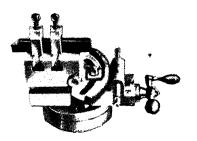
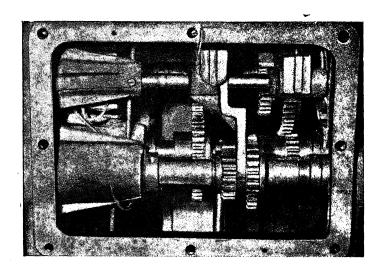
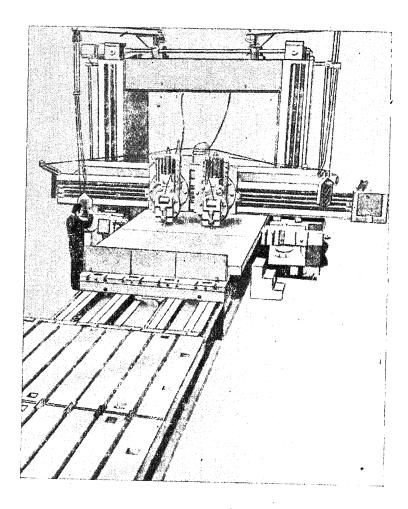
आ. क्र. ४.१.२ भारी ताकदीचे रुपित्र

आ. क्र. ४.१.३ द्विमेष रूपित्र

आ. क्र. ४.१.४ द्विमेष रुपित्राचा आणखी एक प्रकार

टीप–आकृती क्रमांक ४–१–२, ४–१–२, तथा ४–१–४ ह्यांत दाखविलेली रुपित्रे अद्याप भारतात कोणी यंत्रोत्पादक तयार करीत असल्याचे ऐकिवात नाही.

—लेखक

रुपित्राची विविध यंत्रांगे

आ. क्र. ४.४

हपित्राची विविध यंत्रांगे

आ. क्र. ४.४

आ.क्र ९.६ धातू रंधा यंत्र

सूचना :—नग सफाईदार तयार होण्यासाठी जबडे नेहमी सुस्थितित राखणे आवश्यक आहे. शेगडयात नग आवळण्यापूर्वी स्वच्छ करून मगच जबडयात आवळावा. जबडयाच्या आयताकार तुकडयांना शाणन केलेले असल्यास त्यात नग आवळण्यापूर्वी जवडयाचा तुकडा व नगाचा पृष्ठ यांचेमध्ये कागद धरून मगच जबडा आवळावा. **तसेच अधूनमधून यंत्रकामी शेगडयाची पूर्णपणे मोडणी** (Dismantle) **करून स्वच्छ करून जोडणी** (assembly) **करावी. फिरत्या शेगडयाचे जबडयात फक्त समांतर पृष्ठ असलेले कामच आवळता येते.**

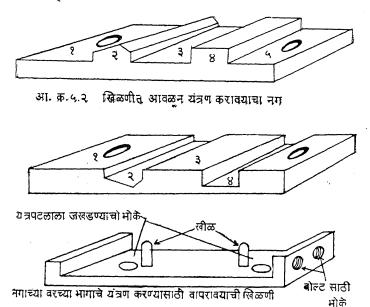
२) **उच्चालक फिरता शेगडा** :—सदरहू शेगडा यंत्रपटलावर जखडून नग ध्रुवीय व क्षैतिज रेषेत आवळण्यासाठी वापरतात. उच्चालक शेगडयाला एक-मेकांवर दोन बैठकी असतात. खालच्या बैठकीवरून वरची बैठक क्षैतिज रेषेशी ०° ते ९०° इतक्या कोनात उचलता येते. तसेच खालच्या बैठकीवर क्षैतिज रेषेशी समांतर देखील वरचा संपूर्ण शेगडा सरकविता येतो. हया शेगडयाचा उपयोग लहान आकाराचे नग आवळण्यासाठी करतात.

३) **असमांतर जबडयांचा शेगडा** :—ज्यावेळी काटकोनाखेरीज इतर कोनात एखादा नग यंत्रण करावयाचा असेल अशा नगाचे यंत्रण करण्यासाठी नगाचा जो कोन असेल त्या कोनात शेगडयाचे जबडे नगावर चिकटणे आवश्यक असते. कोणताही नग शेगडयात आवळताना नगाच्या संपूर्ण पृष्ठभागावर जबडयाचा दाब पडणे अत्यंत जरूर आहे. तसा दाब सर्वत्र न पडल्यास नग योग्य त्या प्रमाणात जबडयात आवळला न जाऊन कधी कधी त्याचे यंत्रण करीत असताना कर्तनी हत्याराच्या दाबा-मुळे नग सैल होऊन बाहेर निसटून येण्याची शक्यता असते. अशा प्रकारे होणारे अपघात. टाळण्यासाठी निमुळते नग आवळता येणारे असमांतर जबडयाचे शेगडे वापरतात. आ. क्र. ५.१ मध्ये अशा प्रकारचा एक असमांतर जबडयांचा शगडा दिसत आहे. हया शेगडयाचा एक जबडा स्थिर असून दुसरा जबडा चल असतो.

वरील आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे स्थिर जबडा बैठकीशी जखडलेला असतो. व चल जबडा त्याला जोडलेल्या ग्रथनाच्या सहाय्याने स्वत:भोवती विशिष्ट कोनात क्षैतिज रेषेशी समांतर फिरतो. अशा प्रकारच्या असमांतर जबडयाच्या शेगडयामध्ये बव्हंशी कोणतेही नग आवळता येतात.

४) **पालिगाम शेगडा** (cam action vice) हा शेगडा ज्या वेळेस विशिष्ठ प्रकारचे कित्येक नग सारख्याच मापाचे असतील तर वापरतात. एखाद्या सदरच्या शेगडयाला एक स्थिर जबडा असून दुसरा चल जबडा फक्त ठराविक अंतरच सरकतो. चल जबडा सरकविण्यासाठी त्याचे पाठीमागील बाजूस एक पालिगाम (Cam) बसविलेला असतो. हया पालिगामाचे दाबामुळे नग दोन जबडयात आवळला जातो. मात्र नगाच्या मापानुसार निरनिराळे पालिगाम शेगडे बनवावे लागतात.

वर उल्लेखिलेल्या शेगडयांखेरीज अलिकडील काळात चुंबकीय शेगडे तसेच वायवीय शेगडे (Pneumatic vice) देखील वापरण्याचा प्रघात आहे. जे काम वर उल्लेखिलेल्या शेगडयांवर लावता येत नाही असे काम चुंबकीय शेगडयावर लावून यंत्रण केले जाते. खेरीज एखाद्या कामाचे शेगडो नग बनवावयाचे असतात व ते नग आवळण्यासाठी लागणारी ताकद वर उल्लेखिलेल्या शेगडयांच्या योगाने जेव्हा मिळण्यासारखी नसते अशा वेळी ते नग वायवीय शेगडयात आवळतात. ह्या शेग-डयांचा विशेष असा आहे की त्यामध्ये काम आवळण्यासाठी जरूर असणारी जादा ताकद हवेच्या दाबाने सहजपणे मिळते व नगाचे यंत्रण झाल्यावर हवेचा दाब कमी करताच नग जबडयांमधून चटकन बाहेर काढता येतो.

पुष्कळदा रुपित्रावर अशा प्रकारच्या नगांचे यंत्रण करावे लागते की जे वरीलपैकी कोणत्याच प्रकारच्या शेगडयांमध्ये आवळता येण्याजोगे नसतात असे नग यंत्रण करण्यासाठी ते यंत्रपटलावर खिळणीत आवळून धरले जातात. खिळणीत आवळून तयार करावे लागणारे एक काम पुढील आ. क्र. ५.२ मध्ये दाखविले असून ते काम आवळण्यासाठी वापरात येऊ शकणारी खिळणी आ. क्र. ५.३ मध्ये दाखविलीं आहे.

आ. क्र. ५.३ खिळणी

आकृती क्र. ५.२ मध्ये दाखविलेल्या नगाचे यंत्रण करावयाचे झाल्यास प्रथम त्याच्या तळच्या पृष्ठाचे यंत्रण करावे लागते. कारण अशा नगाचे दोन्ही पृष्ठ-तळचा व वरचा–एकमेकांशी समांतर असणे आवश्यक असते. अशा-प्रकारचे इतर नग तयार करावयाचे झाल्यास नगाच्या आकारमानाप्रमाणे नग आवळण्यासाठी खिळणी तयार करावी लागतात.

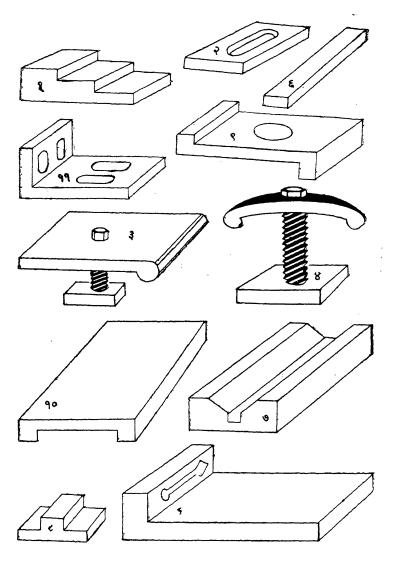
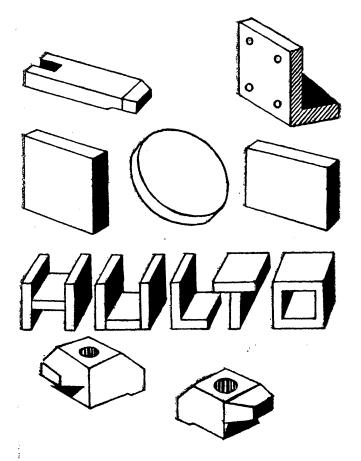
वरील साहित्याखेरीज, रुपित्रावर नग आवळण्यासाठी आणखीही बरेचसे साहित्य लागते. अशा साहित्यापैकी काही साहित्य आ. क्र. ५.४ मध्ये दाखविले आहे.

ह्यांच्या सहाय्याने यंत्रण करावयाचा नग जास्त चांगल्या प्रकारे आवळता येतो व अखेर त्याचे चांगले यंत्रण साधले जाते. वरील आकृती क्र. ५.४ मधील क्र. १ व ६ ही दोन साधने चौरस, आयताकार नगाला, त्या नगाच्या तळाकडून आधार देण्याचे काम करतात. क्रमांक ५.४.१ ने दाखविलेल्या स्तरीय ठोकळ्याचे (step block) सर्व पृष्ठ एकमेकांशी काटकोनांत असणे आवश्यक आहे. हीच बाब क्रमांक ५·४·६ ने दाखविलेल्या समांतर पट्टीकेला (Parallel block) देखील लागू आहे. सदरील पैकी क्रमांक ५.४.७ चे साधन ज्यावेळी एखाद्या गोल नगावर यंत्रण करावयाचे असेल अशा नगाला आधार देण्यासाठी वापरतात. इतर सर्व साधने नग मजबूतपण सर्वत्र सारख्या प्रमाणात नगावर दाब राखून आवळण्यासाठी वापरतात येतात.

रुपित्रावर शेगडा लावण्याची पद्धत :–

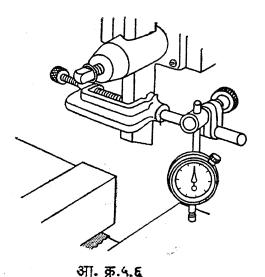
पुष्कळशा कारखान्यांतून तेथील कारागीर यंत्रावर शेगडा जखडताना योग्य ती काळजी घेत नाहीत. त्यामुळे नगाचे यंत्रण केल्यानंतर वास्तविक जो भाग समांतर व्हावयास पाहिजे तो असमांतर राहून जातो व नग खराब होतो. **त्यासाठी पुढील पद्धतीचा अवलंब करतात.**

१) यंत्रकामी शेगडा यंत्रपटलावर चढविण्यापूर्वी यंत्रपटलाचा पृष्ठभाग, शेगड्याचा तळ, जबडे वगैरे चांगल्या प्रकारे स्वच्छ करतात. नंतर स्वतःचे हात स्वच्छ करून तळहात यंत्रपटलावर व शेगड्याच्या पृष्ठावर फिरवून कोठेही अजिबात कचरा नसल्याची खात्री करून घेतात. तसेच यंत्रपटलाचे 'टी-गाळे' देखील स्वच्छ करतात.

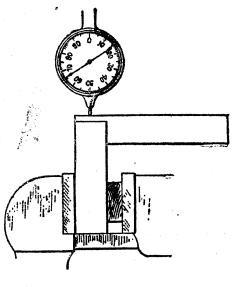
२) नंतर यंत्रकामी शेगडा यंत्रपटलावर जखडण्यासाठी वापरावयाचे टी बोल्ट यंत्रपटलाच्या टी गाळ्यात अडकवितात व यंत्रकामी शेगडा अशा रीतीने उचलून यंत्रपडलावर ठेवतात की शेगड्याच्या बैठकीमधील बोल्ट अडकविण्याची भोके अचूक बोल्टवर राहतील, व टी बोल्ट बैठकीच्या भोकात जातील.

आ.क्र ५.४ रूपित्रावर नग आवळण्याची विविध कामवाधी साधने

आ. क्र.५.५ आणखी कांही कामबांधीची साधने

३) ह्यानंतर एक ०.०५ मि. मी. किंवा ०.०२ मि. मी. इतका लघुतम दर्शकांक असलेली तबकडी प्रमापी रुपित्राच्या हत्यार धानीमध्ये आवळून बांधतात (पहा आ. क्र. ५.६).

४) वरीलप्रमाणे तबकडी प्रमापीची बांधी केल्यावर यंत्राचे चलित्र हाताने केवळ इतकेच फिरवितात की विसर्पी मेषावर लावलेल्या तबकडी प्रमापीची संवेदन दांडी यंत्र शेगड्याच्या संपूर्ण लांबीवर मागेपुढे सरक शकेल अशा बेताने विसर्पी मेषाचा सटका लाऊन घेतात.

आ. क्र.५.६

५) नंतर यंत्र पटल विसर्पी मेषाच्या दिशेने अशा बेताने उचलतात की तबकडी प्रमापीची संवेदन दांडी चिकटल्यानंतर तबकडी प्रमापीचा काटा केवळ तीन अगर चार रेषा उजवीकडे सरकेल. नंतर तबकडी प्रमापीची चकती सरकवून तिचा शून्यांशबिंदू काटयाच्या खाली आणतात.

आ. क्र. ५.७

६) वरील क्रमांक ५ मध्ये लिहिल्याप्रमाणे तबकडी प्रमापीचे पूर्व दाबन केल्यानंतर तबकडी त्याच स्थितीत ठेवून यंत्राचे चलित्र हाताने फिरवून विसर्पी मेषाला गती देतात. **मात्र सदरप्रमाणे गती देत असताना तबकडी प्रमापीची संवेदन दांडी यंत्रकामी शेगडयाचे जबडयाच्या पृष्ठावरून निसटून खाली उतरत नाही इकडे** दक्षता-**पूर्वक लक्ष द्यावे.**

७) वरील क्रमांक ६ मध्ये लिहिल्याप्रमाणे तबकडी प्रमापी शेगडयाच्या जबडयावर फिरविली जात असताना तिने ०.०२ ते ०.०४ मि. मी. इतके अचूक माप सर्वत्र सारखेच दर्शविले पाहिजे. सदरप्रमाणे माप न दर्शविल्यास शेगडयाचे जबडयात

कोठेतरी चूक झाल्याचे अथवा शेगड्याचे जुळणीत कोठे दोष राहून गेला आहे असे समजतात.

८) क्रमांक ७ मध्ये लिहिल्याप्रमाणे माप दर्शविले गेल्यास नंतर शेगड्याचा चल जबडा सरकवून घेऊन तबकडी प्रमापी दोन्ही जबड्यांचे आत अशा रीतीने फिरवून लावतात की तबकडी प्रमापीची संवेदन दांडी स्थिर जबड्याच्या पृष्ठाला चिकटून वरील क्रमांक ५ मध्ये लिहिल्याप्रमाणे पूर्व दाबन करून क्रमांक ६ मध्ये लिहिल्याप्रमाणे क्रिया केली असता तबकडी प्रमापीने ०.०२ अगर ०.०४ मि. मी. इतके माप सर्वत्र दर्शविले पाहिजे.

टीप :—वरील काम शेजारील आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे शेगड्यामध्ये एक काटकोन मापी आवळून त्याचे पाते तबकडी प्रमापीने तपासून देखील करता येते (आ. क्र. ५.७ पहा).

६. रुपित्राची यंत्र ज्यामिती

प्रत्येक यांत्रिकाला तो काम करीत असलेल्या यंत्राच्या सर्व प्रमुख यंत्रांगांचे एकमेकांशी असलेले आपसातील संबंध ठाऊक असणे अत्यंत आवश्यक असते. यंत्रांगांचे आपसातील संबंध म्हणजे त्या यंत्रांगांच्या मध्य रेषांचे आपसातील संबंध होत. ह्यासच यंत्र-ज्यामिती (geometry of machine) अशी संज्ञा आहे. यंत्र-ज्यामितीच्या काटेकोरपणावर यंत्रण करावयाच्या नगाचा बिनचुकपणा अवलंबून असतो. x

यंत्राची बैठक व स्कम्भ एकमेकांशी९०° चे कोनात असावे लागतात. हे दोन्ही भाग एकमेकांशी ९०° च्या कोनात आहेत किंवा नाही ते तपासण्या-साठी पाणसळ (Block level) उपयोगात आणली जाते. शेजारील आकृती क्रमांक ६.१ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे पाण-सळीच्या काटकोनातील दोन स्तरांच्या सहाय्याने यंत्राची बैठक व स्कम्भ काटकोनात आहेत वा नाहीत ते पाहता येते.

आ. क्र.६.१ द्विदिश पाणसळ

रुपित्राचा स्कम्भ व क्षैतिज सरकरूळाचा पृष्ठ हे दोन्ही पृष्ठ एकमेकांशी कोणत्याही ठिकाणी समांतर व काटकोनात असावे लागतात. तसे ते आहेत किंवा नाही ते तपासण्यासाठी पुढील क्रियेचा अवलंब करतात.

प्रथम क्षैतिज सरकरूळ बैठकीच्या दिशेने खाली आणून क्षैतिज सरकरूळाच्या पृष्ठभागावर द्विदिश पाणसळ लावतात. द्विदिश पाणसळीवरील दोन्ही बुडबुडे मधोमध राहिल्यास दोन्ही पृष्ठ एकमेकांशी काटकोनात असल्याचे समजतात. नंतर द्विदिश

---

x Design Principles of Metal cutting Machine Tools, Dr. F. Koenigsberger

पाणसळ बाजूला ठेवून क्षैतिज सरकरूळ स्कम्भाच्या मधोमध आणून पुन्हा वरील-प्रमाणे तपासणी करतात. अशा रीतीने तिसऱ्या वेळी पुन्हा एकवार क्षैतिज सरकरूळ स्कम्भाच्या वरच्या बाजूस जास्तीत जास्त वरच्या दिशेने आणून पुन्हा एकदा मापन करतात. **तिन्ही मापनांमध्ये द्विदिश पाणसळीने सारखेच माप दाखविले असल्यास दोन्ही पृष्ठभाग समांतर व काटकोनात असल्याचे समजतात.**

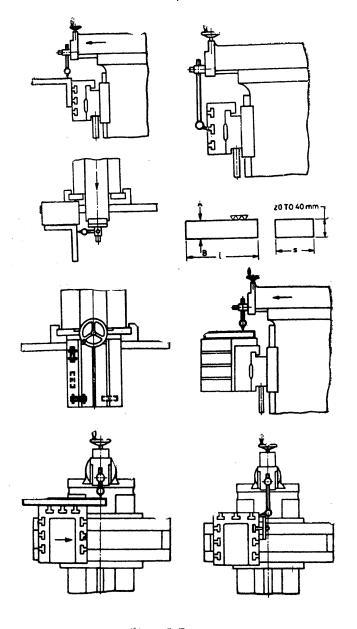
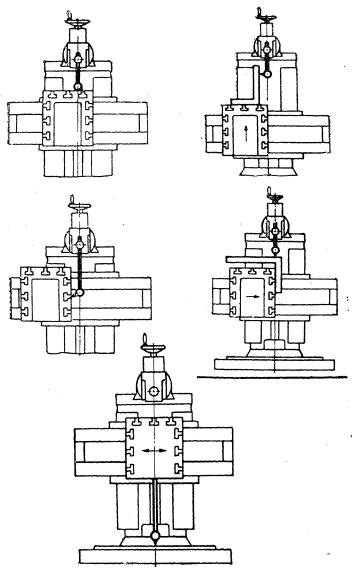
वरीलप्रमाणे क्षैतिज सरकरूळ स्कम्भाशी समांतर आहे किंवा नाही याची तपासणी करण्यासाठी क्षैतिज सरकरूळावर चुंबकीय स्कम्भ अशा रीतीने बसवितात की चुंबकीय स्कम्भाची बैठक क्षैतिज सरकरूळाच्या पृष्ठावर खेटून बसती करतात व तबकडी प्रमापीची संवेदन दांडी स्कम्भाच्या पृष्ठाला टेकवून तबकडी प्रमापीचे पूर्व दाबन (Pre-loading) करतात. अशा परिस्थितीत तबकडी प्रमामी ठेवून क्षैतिज सरकरूळ स्कम्भाच्या पृष्टभागावर वरून खाली अगर खालून वर सरकवितात. **ह्या पद्धतीने स्कम्भ व क्षैतिज सरकरूळ हे दोन्ही पृष्ठ एकमेकांशी समांतर आहेत किंवा नाही एवढेच समजते दोन्ही पृष्ठ एकमेकांशी काटकोनात आहेत किंवा नाही ते समजू शकत नाही.**

क्षैतिज सरकरूळाचे दोन्ही स्तर, आतला भाग व त्यावर सरकणारा बाहेरील भाग, एकमेकांना समांतर असतात. ते तसे आहेत किंवा नाही ते तपासण्याचे काम पुढीलप्रमाणे करतात.

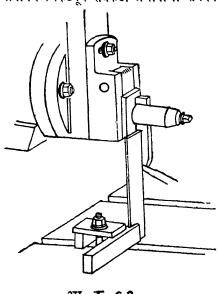
चुंबकीय बैठक व तबकडी प्रमापी अशा रीतीने सरकरूळावर ठेवतात की सरकरूळाच्या बाहेरच्या स्तरावर चुंबकीय बैठकीचा तळ खेटून बसेल व तबकडी प्रमापीची संवेदन दांडी आतल्या भागाच्या पृष्ठावर चिकटेल. अशा अवस्थेत तबकडी प्रमापी ठेवून तिचे पूर्वदाबन करून घेतात. नंतर क्षैतिज सरकरूळाच्या बाहेरच्या भागाला क्षैतिज समांतर चाल देतात. तबकडी प्रमापीने ०.०२ मि. मी. माप दाखविले पाहिजे. **सदरप्रमाणे माप दर्शविल्यास क्षैतिज सरकरूळाचे दोन्ही स्तर एकमेकांशी समांतर असल्याचे समजतात.**

यंत्रपटलाची तपासणी पुढील प्रकारे करावी लागते. यंत्रपटलाचा वरचा पृष्ठ विसर्पी मेषाच्या तळाशी समांतर व काटकोनात असणे आवश्यक असते. तसा तो आहे किंवा नाही ते तपासण्यासाठी पुढील सर्व पद्धतीचा अवलंब करावा लागतो.

शेजारील आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे चुंबकीय बैठक रुपित्राच्या विसर्पी मेषाला अशा रीतीने लावतात की चुंबकीय बैठकीचा तळ विसर्पी मेषाच्या पुढच्या

आं. क्र. ६.२

आ. क्र. ६.२

टोकाच्या बाजूस तळाला अडकवितात व तबकडी प्रमापीची संवेदन दांडी यंत्रपटलाला चिकटेल इतके यंत्रपटल वर उचलतात. नंतर केवळ पूर्वदाबन (Pre-loading) करण्यापुरतेच यंत्रपटल वर उचलतात. अशा प्रकारे तयारी केल्यानंतर यंत्रपटलाचे चलित्राला हाताने फिरवितात. त्यामुळे विसर्पी मेषाला गती मिळून तबकडी प्रमापी यंत्रपटलावर त्याच्या संपूर्ण लांबीइतकी सरकू लागते. अशा परिस्थितीत तबकडी प्रमापीचा काटा जास्तीत जास्त स्थिर रहावा अशी अपेक्षा असते. अशा प्रकारे यंत्रपटलावर त्याच्या संपूर्ण लांबीवर व रुंदीवर तबकडी प्रमापीचे सहाय्याने मापन केले जाते. **वरीलप्रमाणे दुतर्फा मापन केल्यावर जर तबकडी प्रमापीचा काटा अजिबात हलला नाही तर यंत्रपटलाचे यंत्रण सर्वत्र चांगले झाल्याचे व यंत्रपटल सर्वत्र समतल व सपाट असल्याचे समजतात. मात्र सदर प्रकारे यंत्रपटलाची चाचणी घेण्यापूर्वी यंत्रपटलाच्या आधाराना यंत्रपटल जखडून ठेवले जाते.**

यंत्रपटलाचा पृष्ठ विसर्पी मेषाशी काटकोनात असावा लागतो. तसा तो आहे किंवा नाही ते तपासण्यासाठी एक अत्यंत अचूक असा ३०० मि. मी. काटकोनमापी अशा रीतीने उभा करतात की त्याचे घड यंत्रपटलावर टेकेल व पाते उभे राहील. नंतर चुंबकीय बैठकीचा तळ विसर्पी मेषाच्या टोकाला असलेल्या कर्तनी हत्यार धानीवर चिकटवून तबकडी प्रमापीची संवेदन दांडी काटकोनमापीच्या पात्याच्या कडेला चिकटविण्यासाठी यंत्रपटल क्षैतिज समांतर अग्रीम सूत्रकाचे सहाय्याने सरकवितात. तबकडी प्रमापीचे पूर्व दाबन केले जाते. ह्यानंतर कर्तनी हत्यार धानीला असलेल्या सूत्रकाचे सहाय्याने तबकडी प्रमापी, काटकोन मापीच्या पात्याच्या कडेवर वरपासून खालपर्यंत सरकवितात. तबकडी प्रमापीचा काटा जास्तीत जास्त स्थिर रहावा अशी अपेक्षा असते. **अशा प्रकारे यंत्रपटलावर काटकोन मापी निरनिराळ्या ठिकाणी ठेवून मापन केल्यानंतर जर तबकडी प्रमापीचा काटा अजिबात हलला**

आ. क्र. ६.३

नाही तर यंत्रपटलाचा पृष्ठ विसर्पी मेषाशी काटकोनात असल्याचे समजतात हेच काम शेजारील आ. क्र. ६.३ मध्ये दाखविल्या प्रमाणे हत्यार धानीमध्ये रेघणी अडकवून करतात.

वरील सर्व प्रकारे यंत्रांगांची चाचणी केल्यानंतर अखेर विसर्पी मेष ज्या जखड पट्टीमध्ये जखडलेला असतो त्या कोठे सैल वगैरे असल्यास विसर्पी मेष ज्यावेळी यंत्राचे बाहेर यंत्रपटलावर येतो तेव्हा तो स्वतःच्या वजनामुळे जमिनीच्या दिशेने झुकला आहे किंवा कसे ते तपासण्यासाठी तबकडी प्रमापीचा उपयोग केला जातो. चुंबकीय बैठक यंत्रपटलावर स्कम्भापासून शक्यतो दूर ठेवतात व तबकडी प्रमापीची संवेदन दांडी विसर्पी मेषाला चिकटवून पूर्व दाबन करतात. ह्यानंतर यंत्राचे चलित्र हाताने फिरवितात. त्यामुळे विसर्पी मेष सरकू लागतो. अशा परिस्थितीत तबकडी प्रमापीचा काटा ०.०२ मि. मी. पेक्षा जास्त हलू नये अशी अपेक्षा असते. अशा प्रकारे यंत्राच्या विसर्पी मेषाचे परीक्षण केले जाते.

वरील प्रकारे यंत्रांगांचे परीक्षण, रूपित्राचे उत्पादन करणाऱ्या कारखान्यातून यंत्रोत्पादन करताना, रुपित्राची जुळणी करण्यासाठी केले जाते. **यंत्र परिचारकांच्या दृष्टीने सदरहू महत्वाच्या बाबींचा उपयोग होण्यासारखा आहे. तसेच यांत्रिकांना वरील बाबींची माहिती असल्यास त्यांना कोणतेही नवे अगर जुने यंत्र ताब्यात आल्यानंतर त्या यंत्राकडून अचुक काम करण्यासंबंधी कितपत अपेक्षा करावी ह्याचा देखील अंदाज बांधता येईल.**

विशेष सूचना :—वरील प्रमाणे यंत्राच्या चाचण्या घेण्यापूर्वी यंत्र सिमेंट कॉंक्रिटच्या मजबूत पायावर उभारून त्याचे योग्य त्या प्रकारे समतलन केलेले असणं अत्यंत आवश्यक आहे.

पहा Test chart for Shaping Machines IS : 2310

यंत्रउभारणीच्या महितीसाठी पहा :—कातकाम मार्गदर्शक तथा कातन यंत्राचे अंतरंग—

—शं. गो. भिडे

७. रुपित्रावर नगबांधी

कोणताही नग यंत्रपटलास आवळून करणे सोपे जाईल की, शेगड्यामध्ये आवळून करणे सोपे जाईल ते नगाच्या आकारमानावर अवलंबून आहे. खासकरून ज्या नगाचा आकार यंत्रकामी शेगड्यामध्ये आवळता येण्याजोगा नसतो असे नग आवश्यकतेनुसार यंत्रपटलावर किंवा खिळणीवर आवळून त्यांचे यंत्रण करतात. शेगड्यामध्ये नगाची बांधी करण्याची क्रिया पुढीलप्रमाणे करतात.

१) पूर्वी सांगितल्याप्रमाणे शेगड्याचा तळ व यंत्रपटलाचा पृष्ठ स्वच्छ करून शेगडा यंत्रपटलावर चढवून जखडून ठेवतात.

२) शेगड्याचे जबडे एकमेकांपासून अलग करून त्यांचे आत तबकडी प्रमापी साधन उतरवून पूर्वी सांगितल्याप्रमाणे जबड्याची लांबी विसर्पी मेषाच्या लांबीशी समांतर व काटकोनात असल्याबद्दल खात्री करून घेतात.

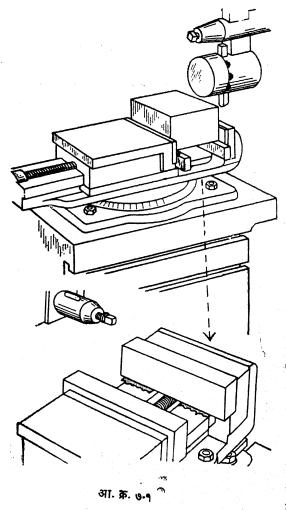
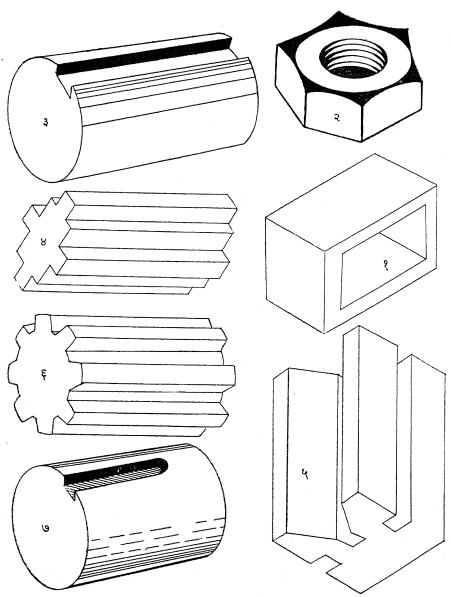
३) नंतर ज्या नगावर नंत्रण करावयाचे असेल तो नग गोल असल्यास एक **'व्ही ठोकळा'** (Vee block) त्याची बैठक स्थिर जबड्याच्या पृष्ठाशी चिकटून राहील असा धरून व्ही आकार व चल जवडा यांमध्ये यंत्रण करावयाचा नग धरून आवळतात. जर यंत्रण करावयाचा नग आयताकार, चौरस अगर घनाकार (Cubicall) असेल तर शेगड्याच्या धडाच्या पट्टिकांवर नगाच्या आकारानुसार एक अगर दोन समांतर आयताकार पट्टिका आवश्यकतेनुसार ठेवून त्यांचेवर यंत्रण करावयाचा नग ठेवतात. (आ. क्र. ७.१ पहा).

४) ह्याप्रमाणे नग यंत्रकामी शेगड्यावर ठेवल्यावर शेगडा आवळतात. शेगडा आवळल्यानंतर नगाचा तळ समांतर पट्टिकांवर सर्वत्र सारखा चिकटावा ह्यासाठी नगाचे वरच्या पृष्ठभागावर शक्यतर तांब्याच्या किंवा पितळी ह्यातोडीने दोनचार वेळा ठोकतात.

५) नंतर चल जबडा थोडा जास्त आवळतात, व पक्का आवळला जाण्यासाठी शेगड्याच्या हस्तकावर **लाकडी ह्यातोडीने दोन तडाखे देतात.**

६) वरीलप्रमाणे क्रिया केल्याने समांतर आयताकार पट्टिका हळुवारपणे हलवून पाहतात. त्या हलत नसल्यासच नग पुरेशा प्रमाणात जबड्यात आवळला गेला असल्याचे समजतात.

टीप :– शेगडयाच्या चल जबडयाची तो आवळला असताना बैठकीवरून उचलला जाण्याची प्रवृत्ती असते म्हणून काम देखील थोडे वर उचलले जाते. त्यासाठी वरील क्रमांक ४, ५. व ६ मधील क्रिया दोन, तीन वेळा जरूरीप्रमाणे करतात.

आ. क्र. ७.१

ज्यावेळी एखाद्या नगावर रेखांकन केलेले असते व तो नग वरीलप्रमाणे यंत्रकामी शेगडयात आवळला जाणे शक्य असते तेव्हा तो नग यंत्रकामी शेगडयात अशा रीतीने आवळतात की त्याच्या पृष्ठभागावर केलेले रेखांकन (marking) जबडयाचे बाहेर राहील. नंतर रेखांकन स्तम्भाचे सहाय्याने (marking block) नगावरील रेखांकन यंत्रपटलाच्या वरच्या पृष्ठाशी समतलन करून घेतात. हेच कार्य दुसऱ्या पद्धतीने देखील करतात. रुपित्राच्या कर्तनी हत्यार धानीमध्ये आवळलेल्या हत्याराचे टोकास थोडेसे वंगण (grease) लावून त्यावर टाचणीचा माथा चिकटवितात. त्यामुळे टाचणीचे टोक मोकळे राहाते. ह्या टाचणीच्या मोकळ्या टोकाने नगाच्या पृष्ठावरील रेखांकनाचे विसर्पी मेषाच्या मध्य रेषेशी समतलन करतात.

आ. क्र. ८.१ रूपित्रावर यंत्रण करता येणाऱ्या काही नगांचा तक्ता

८. विविध यंत्रणक्रिया

रुपित्रावर यंत्रण केल्या जाणाऱ्या निरनिराळ्या प्रकारच्या नगांपैकी काही नग शेजारील चित्रमय तक्त्यामध्ये (आ. क्र. ८.१) दाखविलेले आहेत. ह्या सर्व प्रकारच्या नगांचे यंत्रण पुढीलप्रमाणे करतात.

आ. क्र. ८.१.१ मध्ये एक आयताकार पोकळ ठोकळा दाखविला आहे. अशा प्रकारचा नग तयार करण्यासाठी एक तर गोलाकार दण्डाचा वापर करतात किंवा तयार करावयाच्या ठोकळ्याच्या अपेक्षित मापापेक्षा अंदाजे ०.२ ते ०.४ मि. मीटर मोठ्या आकारात एक चौकोनी तुकडा लोहाराकडून घडवून घेतात. कधी कधी हे नग, बाजारात तयार मिळत असलेल्या चौरस आकाराच्या योग्य त्या मापाच्या दण्डामधून देखील बनवितात.

कृती –

१) प्रथम नगाच्या काटकोनातील दोन बाजू काटेकोरपणे काटकोनात यंत्रून घेतात नंतर दोन्ही बाजूंची धातूची कडा कानशीने स्वच्छ करतात.

२) नगाच्या एका पृष्ठावर नीळ (Prussian blue) लावून कोणतीही यंत्रण केलेली एक बाजू पृष्ठपटावर ठेऊन नगापाशी व्हर्निअर अनुश्रेणी उंचीमापी ठेवतात, व, नगाच्या नीळ लावलेल्या पृष्ठावर योग्य त्या उंचीची एक समांतर रेषा ओढतात.

३) नंतर यंत्रण केलेली दुसरी बाजू पृष्ठपटावर ठेवून वरील प्रमाणे रेखांकन करतात. अशा रीतीने बाहेरचा चौरस रेखांकन केला जातो.

वरील प्रमाणे रेखांकन केल्यानंतर रेखांकित केलेल्या रेषांवर मध्यबिंदू निर्देशक (centre punch) मारून रेषा पक्क्या करतात व राहिलेल्या दोन बाजूंचे यंत्रण करतात. अशा रीतीने बाह्य चौरसाच्या चारी बाजू पुऱ्या होतात. नंतर ह्या बाजूंशी काटकोनात एका पृष्ठाचे यंत्रण केले जाते. नंतर आतल्या चौरसाचे रेखांकन करतात. चौरसाचे चारी कोपरे एकमेकांशी जोडून चौरसाचा मध्यबिंदू काढतात व त्यात एक गोल छिद्र तयार करतात.

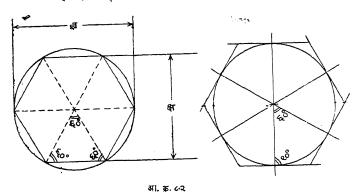
योग्य त्या मापाचे छिद्र तयार करून घेतल्यानंतर नग यंत्रकामी शेगड्यात आवळून आतून यंत्रण करतात.

ज्यावेळी नगाच्या आतील चौरस छिद्राचा आकार बराच मोठा असेल, तेव्हा, नगाच्या आतील भागाचे यंत्रण करण्यासाठी आतील चौरसाच्या रेखांकित रेषांच्या आत आणखी चार समांतर रेषा आखून, यंत्रून पाहिजे असलेल्या चौरसाच्या अपेक्षित आकारापेक्षा लहान आकाराचा चौरस आखतात व ह्या चौरसावर अंदाजे ३ ते ४ मि. मी. व्यासाची भोके एकमेकांच्या अगदी जवळ जवळ पाडतात. नंतर छिद्रित चौरस, छिन्नी हातोडीचे सहाय्याने ठोकून काढून टाकतात, व, शिल्लक राहिलेल्या धातूचे अपेक्षित मापात यंत्रण करतात

कधी कधी आतून चौरस असलेल्या नगाच्या आतल्या भागात बसविण्यासाठी बाह्य चौरस असलेला एक लहानसा तुकडा तयार करावा लागतो. अशा वेळी ज्या नगाला आतील बाजूने चौरस असेल तो भाग प्रथम बनवून नंतर त्यात बसणारा बाह्य चौरस तयार केला जातो.

रुपित्रावर ज्यावेळी षट्कोनी नगाचे यंत्रण करावे लागते, अथवा, एखाद्या गोल नगातून षट्कोनी नग तयार करावा लागतो तेव्हा, गोल, नगाचे षट्कोनात रेखांकन करावे लागते. हे रेखांकन कसे करतात ते पाहण्यापूर्वी षट्कोनाबाबत भूमितीविषयक आवश्यक माहिती प्रत्येक कारागिरास ठाऊक असणे जरूरीचे आहे.

शेजारील आकृती क्रमांक ८.२ मध्ये एक वर्तुळ दाखविले असून त्याचे आत तसेच बाहेर एक षट्कोन आखलेला दिसत आहे.

आ. क्र. ८.२

ज्यावेळी षट्कोन तयार करावयाचा असतो तेव्हा नेहमी षट्कोनाच्या दोन समांतर भुजांमधील अपेक्षित अंतर "क्ष" देण्याची पद्धत आहे. ह्या दोन भुजांमधील अंतरावरून षट्कोनाचे रेखांकन पुढील दोन्ही पैकी कोणत्याही एका रीतीने काढता येते.

षट्कोनाचे रेखांकन करण्याची पद्धत क्रमांक १ :—

आकृती क्रमांक ८.२ मध्ये दाखविलेल्या 'क्ष' ह्या अंतरावरून 'ज्ञ' हे अंतर काढण्यासाठी पुढील प्रमेय वापरतात.

षट्कोनाच्या समोरासमोरील दोन कोनातील अंतर 'ज्ञ' = { त्याच षट्कोनाच्या समोरासमोरील दोनभुजांमधील अंतर क्ष × १.१५५

अशा प्रकारे 'ज्ञ' हे अंतर किती ते समजून घेतल्यानंतर 'ज्ञ' हा व्यास असलेले एक वर्तुळ काढतात. नंतर सदरहू वर्तुळाच्या त्रिज्येइतक्या लांबीवर विभाजक लावून घेऊन वर्तुळाच्या परीघ रेषेचे सहा भाग करतात. सहा भाग करणाऱ्या छेद चिन्हांस एकमेकांना जोडल्यानंतर षट्कोन तयार होतो.

षटकोनाचे रेखांकन करण्याची पद्धत क्रमांक २ :—

षट्कोनाचे समोरासमोरील कोन जोडल्यास सहा समभुज त्रिकोण तयार होतात, व, ह्या समभुज त्रिकोणाचा प्रत्येक कोन ६०° चा असतो. ह्याभूमितीच्या तत्वाला अनुसरून पुढीलप्रमाणे काम करून षट्कोन तयार करतात.

एका बिंदूमधून एकमेकांना ६०° च्या कोनात छेदणाऱ्या सहा रेषा काढतान. ह्या बिंदूपासून 'ज्ञ' ह्या अंतराच्या निम्मे अंतराएवढी त्रिज्या घेऊन वर्तुळ काढतात. ह्या वर्तुळाची परीघ रेषा पूर्वी आखलेल्या सहा रेषांना ज्या ठिकाणी छेदते ते विंदू एकमेकांना जोडल्यास वर्तुळाच्या आतुन एक षट्कोन तयार होईल.

षट्कोनाचे रेखांकन करण्याची पद्धत क्रमांक ३ :—

षट्कोनाचे दोन भुजांमधील जे अंतर असते तेवढ्या व्यासाचे एक वर्तुळ काढतात. ह्या वर्तुळात ६०° ने एकमेकींशी कोन करणाऱ्या रेषा वर्तुळाला छेदतील अशा बेताने काढतात. नंतर प्रत्येक रेषेला एक/एक स्पर्षरेषा काढतात. अशा प्रकारे सहा स्पर्शरेषा जोडल्या गेल्यानंतर वर्तुळाच्या बाहेरून षट्कोन तयार होतो.

वरील पैकी कोणत्याही पद्धतीने रेखांकन केल्यावर रेखांकित नग यंत्रकामी शेगडचात आवळून एकेका पृष्ठाचे यंत्रण केले जाते.

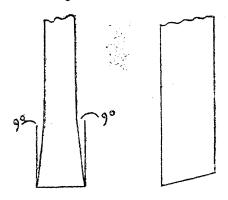
ज्यावेळी एखाद्याच नगाला षट्कोनात तयार करावयाचा असेल अशा वेळी रेखांकन न करता देखील यंत्रण करण्याचा प्रघात आहे. अशा प्रकारच्या कामासाठी भूमितीच्या पुढील सिद्धांतांचा उपयोग करतात.

१) षट्कोनाच्या एका भुजाची लांबी नेहमी त्याच षट्कोनाच्या समोरा-समोरील दोन कोनातील अंतराच्या निम्मी असते.

२) षट्कोनाची एक भुजा दुसरीबरोबर नेहमी आतून १२०° च्या कोनात असते. म्हणून, बाहेरून तिचा दुसऱ्या भुजेशी ६०° चा कोन असतो.

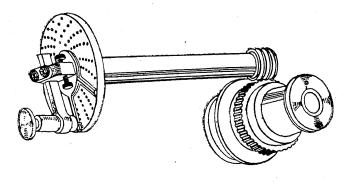
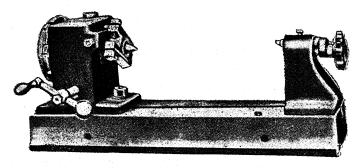
३) अशा एखाद्या नगाचे यंत्रण करताना एक भुजा तयार करून घेतात, व, नंतर ह्या तयार झालेल्या भुजेशी दुसरी भुजा ६०° चे कोनात यंत्रकामी शेगड्यात आवळतात, व, दुसरी भुजा यंत्रण करतात. ह्या प्रमाणे इतर चारी भुजांचे यंत्रण करतात.

आकृती क्रमांक ८.१.३ मधील नगावर दाखविल्याप्रमाणे एखादा गाळा ज्यावेळी विशिष्ठ नगावर तयार करतात तेव्हा नगाच्या एका पृष्ठभागावर गाळ्याची चित्राकृती करतात. व गाळ्याची रुंदी दर्शविणाऱ्या दोन समांतर ओळी नगाच्या बाह्य पृष्ठावर काढतात. नंतर नग यंत्रकामी शेगड्यावर आवळून, गाळा-कर्तनी-हत्याराचे (slotting tool) सहाय्याने गाळा बनवितात.

टीप:—गाळा-कर्तनी हत्याराची रुंदी 'क्ष' आकृती क्र. ८.३ मध्ये दाखविली असून ही गाळ्याच्या अपेक्षित रूंदीपेक्षा अंदाजे ०.०२ मि. मी. कमी ठेवतात त्यामुळे गाळा कापला जात असताना हत्यारावर कर्तन दाब (cutting force) जादा न पडल्याने ते सुरक्षित रहाते.

आ. क्र.८.३ गाळा कर्तनी हत्यार

कधी कधी आकृती क्र. ८.१.७ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे ज्यावेळी अपूर्ण लांबीचा गाळा नगावर तयार करावयाचा असतो त्यावेळी तो गाळा जितक्या लांबीचा असतो त्या लांबीवर नगाच्या कडेपासून अंतर मापून गाळ्याच्या रुंदीपेक्षा ०.१ मि. मी. मोठा व्यास असलेले छिद्र करतात. ह्या छिद्राची खोली गाळ्यापेक्षा अंदाजे ०.१ मि. मी. जास्त ठेवतात. ह्या छिद्रामुळे गाळा कर्तनी हत्यार, छिद्रापर्यन्त धातू कापीत येऊन छिद्रामध्ये ते सुटते.

वरील खेरीज इतरही कित्येक प्रकारचे नग रुपित्रावर लावून यंत्रण केले जातात. अशा यंत्रण करावयाच्या नगांमध्ये आकृती क्रमांक ८.१ मधील क्रमांक ८.१.४, ८.१.५ व ८.१.६ ह्या नगांचा समावेश होतो. पैकी आकृती क्रमांक ८.१.४ व ८.१.५ ह्या दोन प्रकारच्या नगांचे यंत्रण करण्यापूर्वी त्यांचे किती नग यंत्रण करावयाचे आहेत त्यावर, सदरहू नग यंत्रकामी शेगड्यावर लावून यंत्रण करावे, की, त्यासाठी खिळणी तयार करावी ते ठरवितात.

तसेच रुपित्रावर केव्हा केव्हा एखाद्या गोल नगाच्या संपूर्ण परीघावर नगाच्या लांबीइतके गाळे तयार करण्याचे काम करावे लागते. अशा वेळी हे काम विभाजन उपायोजावर (Dividing head) आवळून केले जाते.

आ. क्र. ८.४ विभाजन उपायोज

आकृती क्रमांक ८.४ मध्ये दाखविलेल्या विभाजन उपायोजाला (Dividing head) आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे एक मोठी संछिद्र चकती असून तिच्या मध्यभागी एक कुंतल दण्ड (worm shaft) असतो. ह्या संछिद्र चकतीला

एक कूर्पर हस्तक (crank handle) जोडलेले असते. ह्या कुंतल दण्डाशी जुळवलेले एक दंतचक्र दिसत आहे. ह्या दंतचक्रास कुंतल चक्र (worm wheel) असे म्हणतात. सदरहू कुंतल चक्राचे आतून मधोमध एक गोलाकार पोकळ नळी असते व ती तर्कुचे काम करते. तर्कुच्या दुसऱ्या टोकाला एक तीन जबडयाचा बंधक (three jaw chuck) असतो. ह्या विभाजन उपायोजाबरोबर नगाला दुसऱ्या टोकाने आधार देण्यासाठी एक पायटयाचा आधार (foot stock) देखील असतो. ज्या नगावर दोन किंवा अधिक गाळे तयार करावयाचे असतात असे नग विभाजन उपायोजावर आवळून त्यांचे यंत्रण करतात. **विभाजन उपायोजाचे पायाभूत तत्व पुढील प्रमाणे असते.**

संछिद्र चकतीला जोडलेल्या कूर्पर दण्डाचे स्वत: भोवती ४० फेरे झाल्यानंतर तर्कुचा फक्त एक फेरा होतो. ह्या सिद्धांता वरून पुढील प्रमेय मांडले जाते.

$$\text{विभाजन} = \frac{४०}{\text{गाळ्यांची संख्या}}$$

विभाजन उपायोजाच्या तबकडीवर तीन अथवा चार व्यासात्मक रेषा असतात, व, ह्या रेषांवर विशिष्ट संख्येत छिद्रे केलेली असतात. छिद्रे केलेल्या ह्या तबकडीला सछिद्र तबकडी असे म्हणतात. (आकृती क्र. ८.५ पहा)

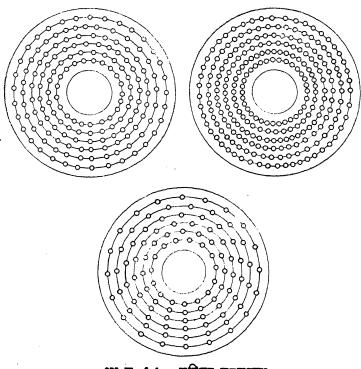
बाजारात मिळणाऱ्या काही सछिद्र तबकडयांवर पुढीलप्रमाणे छिद्रे असतात.

तक्ता क्र. ८.१ मध्ये दर्शविलेली छिद्र संख्या तबकडीच्या फक्त एका पृष्ठावरच असते, व, ही छिद्रे तबकडीमध्ये आरपार असतात. तसेच प्रत्येक परिघावर जितकी छिद्रे असतात त्यांची संख्या प्रत्येक परिघावर कोरलेली असते. आकृती क्र. ८.५ मध्ये अशा तीन सछिद्र तबकडया दिसत आहेत. ह्या खेरीज दुसऱ्या प्रकारच्या सछिद्र तबकडीवर तिच्या दोन्ही मुखपृष्ठात आतील बाजुने बंद अशी निरनिराळी छिद्रे असतात.

पूर्वी सांगितल्याप्रमाणे तर्कुचा एक फेरा पूर्ण होण्यास कूर्पर हस्तकाचे चाळीस फेरे पूर्ण व्हावें लागतात. ह्यावरून हे स्पष्ट होईल की कोणत्याही नगाचे चाळीस-पर्यन्त कितीही समान भाग करावयाचे असल्यास कूर्पर हस्तकाचे एकापेक्षा अधिक फेरे पूर्ण व्हावे लागतात. याउलट कोणत्याही नगाचे चाळीसपेक्षा जास्त भाग

तक्ता क्र. ८.१

सच्छिद्र तबकडी क्रमांक	परिघात्मक छिद्रांची संख्या					
1	15	16	17	18	19	20
2	21	22	27	29	31	33
3	37	39	41	43	47	49

एकेरी सच्छिद्र तबकड्यांचा छिद्र दर्शी तक्ता. *

आ.क्र. ८.५ सच्छिद्र तबकड्या

* Brown & Sharpe Index Head.

तक्ता क्र. ८.२

तबकडीच्या एका बाजूस परिघात्मक द्रांची संख्या	24, 25, 28, 30, 34, 37,38, 39, 41, 42 43.
तबकडीच्या दुसऱ्या बाजूस परिघात्मक छिद्रांची संख्या.	46, 47, 49, 51, 53, 54, 57, 58, 59, 62 66.

दुहेरी सच्छिद्र तबकड्यांचा छिद्र दर्शी तक्ता. *

करावयाचे असतील तर कूर्पर हस्तकाचा एक फेरा देखील पूर्ण होत नाही. सदरहू प्रमेय पुढील उदाहरणांवरून जास्त स्पष्ट होईल :—

एका यंत्रावर सहा नगांचे पुढीलप्रमाणे समविभाजन करावयाचे आहे. प्रत्येक नगाचे विभाजन पुढीलप्रमाणे अपेक्षित आहे.

नग क्रमांक १	१२ भाग	नग क्रमांक ४	३६ भाग
नग क्रमांक २	१७ भाग	नग क्रमांक ५	५२ भाग
नग क्रमांक ३	२५ भाग	नग क्रमांक ६	८६ भाग

नग क्रमांक १ : १२ भाग करावयाचे आहेत.

प्रमेयाने,

$$\text{विभाजन} = \frac{४०}{\text{गाळ्यांची संख्या}}$$

$$= \frac{४०}{१२} = ३\frac{४}{१२} = ३\frac{१}{३}$$

वरील तक्ता क्रमांक ८.१ मधील ज्या सच्छिद्र तबकडीवर १५ व १८ व्यासात्मक भोके आहेत ती तबकडी वापरल्यास वरील $३\frac{१}{३}$ हे रूप $३\frac{५}{१५}$ व $३\frac{६}{१८}$ असे मांडता येईल व जर १५ छिद्रे असलेला व्यास वापरला तर कूर्पर हस्तकाचे तीन फेरे पूर्ण व ५ छिद्रे ह्या प्रमाणे विभाजन करता येईल. किंवा, १८ छिद्रे असलेला व्यास

* Cincinati & Parkinson Index Head.

वापरल्यास कूर्पर हस्तकाचे ३ फरे पूर्ण व ६ छिद्रे ह्याप्रमाणे विभाजन करता येऊन नगाचे १२ सारखे भाग करता येतील.

नग क्रमांक २ : १७ भाग करावयाचे आहेत.

प्रमेयाने,

$$\text{विभाजन} = \frac{४०}{\text{गाळ्यांची संख्या}} = \frac{४०}{१७} = २\frac{६}{१७}$$

म्हणून, १७ छिद्रे असलेल्या व्यासावर विभाजन केल्यास कूर्पर हस्तकाचे २ फेरे पूर्ण व ६ छिद्रे वापरून १७ समभाग करता येतील.

नग क्रमांक ३ : २५ भाग करावयाचे आहेत.

प्रमेयाने,

$$\text{विभाजन} = \frac{४०}{\text{गाळ्यांची संख्या.}} = \frac{४०}{२५} = १\frac{१५}{२५} = १\frac{३}{५}$$

म्हणून, २५ छिद्रे असलेल्या व्यासावर विभाजन केल्यास कूर्पर हस्तकाचा एक फेरा पूर्ण व १५ छिद्रे वापरून २५ समभाग करता येतील. किंवा २० छिद्रे असलेल्या व्यासावर विभाजन केल्यास कूर्पर हस्तकाचा एक फेरा पूर्ण व १२ छिद्रे वापरून २५ समभाग करता येतील.

नग क्रमांक ४ : ३६ भाग करावयाचे आहेत.

प्रमेयाने,

$$\text{विभाजन} = \frac{४०}{\text{गाळ्यांची संख्या}} = \frac{४०}{३६} = १\frac{४}{३६} = १\frac{१}{९}$$

म्हणून, २७ छिद्रे असलेल्या व्यासावर विभाजन केल्यास कूर्पर हस्तकाचा एक फेरा पूर्ण व ३ छिद्रे वापरून ३६ भाग करता सम येतील.

नग क्रमांक ५ : ५२ भाग करावयाचे आहेत.

प्रमेयाने,

$$\text{विभाजन} = \frac{४०}{\text{गाळ्यांची संख्या}} = \frac{४०}{५२} = \frac{१०}{१३} = \frac{३०}{३९}$$

म्हणून, ३९ छिद्रे असलेल्या व्यासावर विभाजन केल्यास प्रत्येक तिसाव्या छिद्रावर एक याप्रमाणे ५२ समभाग करता येतात.

नग क्रमांक ६ : ८६ भाग करावयाचे आहेत.

प्रमेयाने,

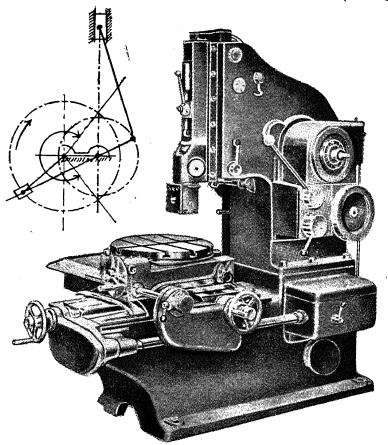
$$\text{विभाजन} = \frac{४०}{\text{गाळ्यांची संख्या}} = \frac{४०}{८६} = \frac{२०}{४३}$$

म्हणून ४३ छिद्रे असलेल्या व्यासावर विभाजन केल्यास प्रत्येक विसाव्या छिद्रावर एक याप्रमाणे ८६ भाग करता येतात.

सदरहू प्रकारच्या विभाजनाला साधे विभाजन (simple indexing) असे म्हणतात.

वि. सू.—विभाजन करण्यासाठी कूर्पर हस्तक एकाच दिशेने फिरविणे अत्यंत आवश्यक आहे.

१. बिल यंत्र तथा धातू रंधा यंत्र

कारखान्यात सर्वसाधारणतः नगाच्या आतून संपूर्ण लांबीचा किंवा नेमक्या लांबीचा सरळ गाळा करण्याचे काम विशेषेकरून बिल यंत्रावर (slotting

आ. क्र. ९.१ बिल यंत्र, दोलक भुजा ज्यामिती

machine) करतात. बिल यंत्रावर गाळा करण्याखेरीज एखाद्या अवजड नगाला बाहेरून गोलाकार, चौकोनी अगर चौरस, किंवा गरज पडल्यास षट्कोनी आकार

देखील देता येतो. अशा प्रकारचे एक बिल यंत्र आकृती क्रमांक ९.१ म
दाखविले आहे.

बिल यंत्राची मुख्य यंत्रांगे पुढीलप्रमाणे असतात.

१. बैठक,

२. स्कम्भ.

बिल यंत्राच्या बैठकीवर क्षैतिज समांतर रेषेशी समांतर, व, काटकोन
क्षैतिज सरक (cross slide) असते. ह्या क्षैतिज सरकेवर आकाराने मोठे
वजनदार असे गोलाकार यंत्रपटल असते. हे गोलाकार यंत्रपटल स्वतःच्या म
बिंदूभोवती गोल फिरविण्याची सोय असते. सदरहू गोलाकार पटल ज्या क्षैति
सरकेवर बसविलेले असते त्यामुळे ते क्षैतिज समांतर व ध्रुवीय समांतर काटकोना
सरकविता येते. ह्या दोन अनुरेख गतीत क्षैतिज सरकेला सरकविण्यासाठी यंत्राच्
बैठकीत दोन अग्रीम सूत्रक (Lead screw) बसविलेले असतात. तसेच यं
पटलाला इच्छित कोनात स्वतः भोवती फिरविण्यासाठी एक विभाजन उपायोज ह्
यंत्राला यंत्रांग म्हणूनच जखडलेला असतो.

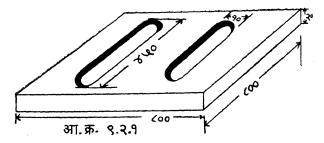
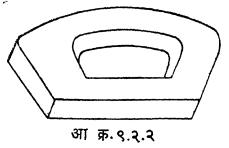
गोलाकार यंत्रपटलाचे मधोमध एक मोठे भोक असते व त्याच्या कार्यका
पृष्ठावर यंत्रण करावयाचे नग आवळण्यासाठी "उलट टी" च्या आकाराचे सहा, आ
अगर जास्त गाळे समान अंतरावर असतात.

बिल यंत्राच्या स्कम्भावर वरच्या बाजूला यंत्राचे हत्यार शीर्ष (Too
head) असते. ह्या हत्यार शीर्षाला वर/खाली उदग्र विसर्पी गती (verticl
sliding motion) देण्याचे कार्य स्कम्भाचे आतून बसविलेल्या उत्केन्द्री कूर्प
दण्डाकडून पार पाडले जाते.

बिल यंत्रावर यंत्रण करावयाच्या नगाला ज्या आकाराचे गाळे कापावयाचे
असतात त्याची चित्राकृती नगाचे मुखपृष्ठावर प्रथम तयार करून नंतर गाळा कापतात
आकृति क्रमांक ९.२ मध्ये अशा प्रकारचे दोन नग दाखविले आहेत. त्यांचे यंत्रण
करण्याची पद्धत पुढीलप्रमाणे आहे.

आकृती क्र. ९.२.१ मध्ये दाखविलेल्या नगाची लांबी रुंदी ८०० X ८००
मि. मी. इतकी असल्याने तो नग रुपित्रावर न लावता बिल यंत्रावर लावून त्याचे
बाह्य यंत्रण करता येईल.

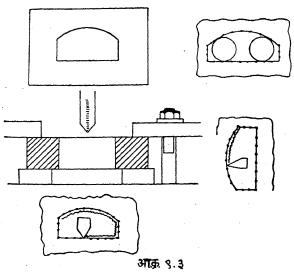
आ.क्र. ९.२.१

आ क्र.९.२.२

प्रथम सदरहू नग कातन यंत्रावर लावन त्याचे दोन्ही पृष्ठभाग एकमेकांस समांतर असे यंत्रून घेतात. नंतर बिल यंत्राच्या पटलावर समान मापाचे दोन समांतर चौरस तुकडे ठेवून त्यावर सदर नगाचा एक पृष्ठ ठेवतात व एक बाजू यंत्राच्या हत्यार शीर्षात अडकविलेल्या कर्तनी हत्याराशी समांतर करून टी बोल्टच्या सहाय्याने नगाला यंत्रपटलाशी घट्ट जखडतात. ह्यानंतर यंत्र चालू करून यंत्रपटलाला क्षैतिज सरकेच्या आधाराने अनुरेख गती देऊन हत्याराचे समोर चालवितात व धातू कापली जाऊन नगाची एक बाजू तयार करून घेतात. ह्या नंतर यंत्रपटल प्रत्येक वेळी ९० ° च्या कोनात फिरवून आणखी तीन वेळा हीच क्रिया करतात व अशा रीतीने नगाला अपेक्षित, इष्ट तो आकार प्राप्त करून देतात. एवढे काम केल्यानंतर यंत्रण केलेला नग यंत्रावरून काढून, वेधन यंत्रावर लावून त्यात प्रत्येकी आठ मिलीमीटर व्यासाची भोके अशा रीतीने बनवितात की दर दोन भोकांच्या मध्ये ०.२ मि. मी.पेक्षा जास्त धातू राहणार नाही. ह्यानंतर सर्व भोकांचे मध्ये राहिलेली धातू छिन्नीने तोडून नग पूर्ववत यंत्रपटलावर व्यवस्थितपणे आवळतात व योग्य त्या आकाराचे व मापाचे कर्तनी हत्यार, यंत्राच्या हत्यार शीर्षामध्ये जखडून जादा धातू कापून टाकतात व नगाचे गाळे तयार करतात.

आकृती क्रमांक ९.२.२ मध्ये दाखविलेला नग यंत्रण करण्यासाठी पुढील-प्रमाणे क्रिया केली जाते.

ज्या नगाला आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे आकार द्यावयाचा असतो त्या नगाच्या दोन्ही पृष्ठभागांवर कातन यंत्रावर यंत्रण करून ते पृष्ठ एकमेकांस

समांतर करतात. नंतर नगाची एक बाजू सपाट पृष्ठभागाशी काटकोनात करून घेऊन कोणत्याही एका पृष्ठावर रेखांकन करून नगाच्या मधोमध जेवढ्या भागात गाळा अपेक्षित असेल तेथे आकृती क्रमांक ९.३ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे दोन छिद्रे बनवितात. ह्या छिद्रांचा आकार इतका ठेवतात की ज्यामुळे छिद्रे केल्यानंतर यंत्रण करण्यासाठी पुरेशी धातू शिल्लक राहील. नंतर बिल यंत्रपटलावर समान मापाचे दोन समांतर चौकोनी ठोकळे ठेवून त्यावर नग ठेवतात. ज्या नगाला एका अगर अधिक बाजूना गोलाई अपेक्षित असते असे नग यंत्रपटलावरील समांतर ठोकळ्यांवर ठेवून नगावर

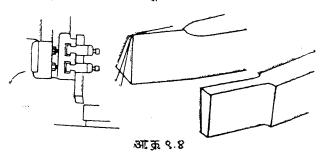
आकृ. ९.३

आखलेल्या अपेक्षित गोलाईच्या रेखांकनास गोलाकार यंत्रपटलाच्या मध्यबिंदू-बरोबर अचुकपणे जुळविले जाते. अशा प्रकारे तयार करावयाच्या नगाची अपेक्षित गोलाई यंत्रपटलाच्या गोलाईबरोबर जुळविण्यासाठी पुढीलप्रमाणे काम करतात.

तयार नगावर जी गोलाई अपेक्षित असते त्या गोलाईच्या त्रिज्येइतक्या अंतरावर यंत्रपटलाच्या मध्यबिंदूपासून नग ठेवतात. नंतर यंत्रपटल स्कम्भाच्या दिशेने सरकवितात व हत्यार शीर्षाच्या टोकाला टाचणी चिकटवून ते अशा बेताने खाली यंत्रपटलाच्या दिशेने आणतात की, टाचणीचे टोक व नगावरील रेखांकन यामध्ये अंदाजे ०.०३-०.०५ मि. मी. जागा राहील. नंतर यंत्रपटल स्वत: भोवती फिरवितात व नगावरील गोलाईदर्शक रेषा टाचणीच्या खाली अचूकपणे राहील अशा बेताने नगास पाहिजे त्या दिशेने सरकवितात. ही क्रिया, जोपर्यन्त टाचणीच्या टोकाशी नगावरील गोलाईदर्शक रेषा अचूकपणे जुळून येत नाही तोपर्यन्त चालू ठेवतात.

वरील प्रमाणे नग व्यवस्थितपणे लावून झाल्यानंतर नेहमीप्रमाणे त्याचे पूर्णपणे यंत्रण करतात.

बिल यंत्रावर कधी कधी आंतर्-दंतचक्रे (internal gear) बनविली जातात. तर कधी कधी सीतेषा धानी (spline sleeve) बनविली जाते. अशा प्रकारच्या कामासाठी पाठ क्रमांक आठ मध्ये सांगितलेल्या तत्वानुनार नगाचे विभाजन करून यंत्रण करतात.

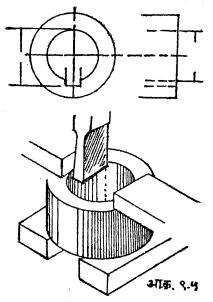
बिल यंत्रावर वापरात असलेल्या कर्तनी हत्यारांचे कर्तनी कोन रुपित्रावर वापरात असलेल्या हत्यारांच्या कर्तनी कोनांप्रमाणेच बव्हंशी असतात. (आ. क्र. ९.४ पहा) बिल यंत्रावर वापरात असलेल्या कर्तनी हत्यारांपैकी जी हत्यारे गाळे कापण्यासाठी वापरतात त्यांची लांबी, ते हत्यार, ज्या छिद्रात गाळा बनवावयाचा असेल त्याच्या व्यासावर अवलंबून असते. ही गाळा कापणारी हत्यारे बहुधा गरजेनुसार विशेष प्रकारच्या हत्यारधारकामध्ये जखडून वापरली जातात.

आ. क्र. ९.४

टीप :—ज्या नगामध्ये गाळा कापावयाचा असतो तो नग सारख्याच मापाच्या समांतर चौकोनी ठोकळ्यांवर अशा रीतीने ठेवतात की गाळा कापण्याचे काम संपल्यावर ठोकळा सुरक्षित राहील. (आ. क्र. ९.५ पहा). तसेच हत्यार शीर्षाचा कायकारी सटका केवळ इतकाच खाली उतरवितात की **हत्याराचे कर्तन टोक** (cutting point) **केवळ नगाच्या बाहेर जेमतेम उतरेल पण हत्यार धारकाचा कोणताही भाग यंत्र पटलास जराही लागणार नाही. ह्या दोन्ही गोष्टी गाळा कापण्या इतक्याच महत्वाच्या आहेत.**

धातूरंधा यंत्रावरील काम

ज्या यंत्राचे यंत्रपटल क्षितीज समांतर अनुरेख विसर्पी गतीत सरकते व कर्तनी हत्यार यंत्रपटलाशी काटकोनात पण क्षितीज समांतर रेषेशी समांतर स्थिर राहून नगाची धातू कापते त्या यंत्राला धातूरंधा यंत्र (planing machine) असे म्हणतात.

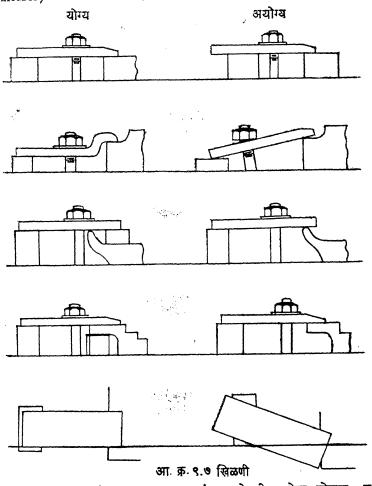
ज्या नगांचा आकार व वजन रुपित्रावर लावता येण्यासारखे नसेल असे नग खास करून धातूरंधा यंत्रावर लावून यंत्रण करतात. उदा. कातन यंत्राचे पट्ट (bed) खोगीर (saddle) रूपित्राच्या बैठकी, स्कम्भ, यंत्रपटल, विसर्पी ठोकळे,

आकृ. ९.५

क्षैतिज समांतर सरक रूळ वगैरे. ह्याखेरीज, जे नग आकाराने लहान असतात पण ज्यांचे समान परिमाणाचे कित्येक नग बनवावयाचे असतात असे कित्येक नग एकाच वळी धातूरंधा यंत्राच्या यंत्रपटलावर लावून त्यांचे एकाच वेळी यंत्रणकरतात. तसेच कोणत्याही चांगल्या यंत्रशाळेत हमखास आढळून यणाऱ्या पृष्ठपटाचे यंत्रण देखील धातूरंधा यंत्रावरच केले जाते. धातूरंधा यंत्राची कार्यकारी अचूकता ०.०२ मिलीमीटर प्रतिमीटर व त्यापुढील प्रत्येक मीटर लांबीसाठी ०.०१ मि. मी. (दोन मीटरपेक्षा जास्त लांब यंत्रपटल असलेल्या यंत्रासाठी) इतकी असते. ×

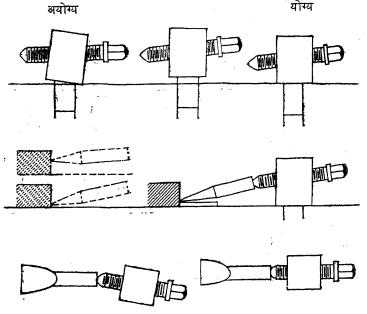
आकृती क्रमांक ९.६ मध्ये असे एक धातूरंधा यंत्र दाखविले आहे. धातूरंधा यंत्रावरील यंत्रण क्रियेचा विशेष गुण असा आहे की धातूरंधा यंत्राच्या भारी अश्वशक्तीमुळे व ह्या यंत्राच्या अवजड वजनामुळे यंत्रावर लावलेल्या कोणत्याही नगावर जरूरीप्रमाणे एकाच वेळी दोन अगर अधिक कर्तनी हत्यारे लावून, जितकी कर्तनी हत्यारे तितक्या स्तरांवर एकाच वेळी यंत्रण करणे अत्यंत सहज सुलभ होते.

× Testing Machine Tools
–Dr. G. Schlesinger

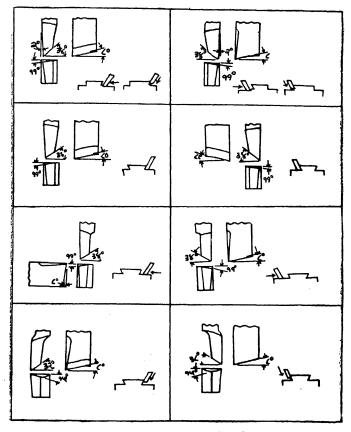
अशा प्रकारे एकाच वेळी दोन अथवा त्याहीपेक्षा अधिक कर्तनी हत्यारे वेगवेगळ्या स्तरांवर धातू कापीत असल्यामुळे नगाचे यंत्रण अत्यंत वेगवान व अत्यंत जलद करता येते. **ह्यामुळे यंत्रामध्ये गुंतलेले मोठे भांडवल लौकर वसूल होऊ शकते. अर्थात ह्या गोष्टीला यंत्रण करावयाचे नग जखडण्यासाठी लागणारी विविध खिळणी (fixtures) व उच्च दर्जाची हत्यारे यांची उपलब्धता यांवर देखील यंत्राची**

आ. क्र. ९.७ खिळणी

भांडवल वसूली फार मोठ्या प्रमाणावर अवलंबून आहे. हीच गोष्ट थोड्या फार प्रमाणावर रुपित्र व बिल यंत्रावर यंत्रण करावयाच्या नगांना देखील लागू आहे.

(आ. क्र. ९.७ पहा).

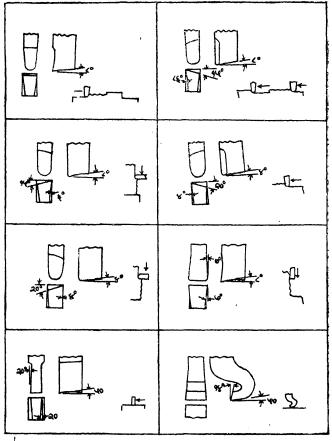
रुपित्रावरील यंत्रणक्रिया व धातूरंधा यंत्रावरील यंत्रण क्रिया या दोन्ही-मध्ये बरेचसे साम्य आहे. रुपित्रावर कर्तनी हत्यार विसर्पी अनुरेख गतीत सरकत असते व यंत्रण केला जाणारा नग प्रत्यक्ष यंत्रिला जात असताना स्थिर रहातो. या उलट, धातूरंधा यंत्रावर कर्तनी हत्यार प्रत्यक्ष धातू कापीत असताना स्थिर असते, व, यंत्रण केला जाणारा नग विसर्पी अनुरेख गतीत सरकत असतो. एवढी एक तात्त्विक बाब सोडल्यास प्रत्यक्ष धातू कापली जाण्याच्या पद्धतीत व क्रियेमध्ये कोणताही फरक नाही. मात्र रुपित्रा पेक्षा धातूरंधा यंत्र कितीतरी प्रमाणात अवजड, जास्त शक्तिशाली व मजबूत असल्याने त्यावर धातूचे यंत्रण चालू असताना कर्तनी हत्यारावर फारच मोठ्या प्रमाणात कर्तन दाब (cutting force) पडतो. धातूरंधा यंत्राच्या कर्तनी

आ.क्र.९.७ खिळणी

हत्यारांना सहन करावा लागणारा कर्तन दाब रुपित्राच्या कर्तनी हत्यारांना सहन कराव्या लागणाऱ्या कर्तन दाबापेक्षा कितीतरी जास्त प्रमाणात असतो. खेरीज धातूरंधा यंत्रावर प्रत्येक कार्यकारी सटक्याच्या सुरुवातीला कर्तनी हत्याराच्या कर्तन टोकाला अत्यंत जोरदार धक्का बसतो. ह्या सर्व कारणांमुळे धातूरंधा यंत्रावर वापरल्या जाणाऱ्या कर्तनी हत्यारांकडून त्यांनी वाढीव कर्तन दाब व धक्के सहन करावेत अशी अपेक्षा असल्याने त्यांचे अनुप्रस्थ छेद क्षेत्रफळ (cross section)

रूपित्राच्या कर्तनी हत्यारांच्या अनुप्रस्थ छेद क्षेत्रफळापेक्षा काही प्रमाणात मोठे असते. धातूरंधा यंत्राच्या कर्तनी हत्यारांचे कर्तन कोन रूपित्राच्या कर्तनी कोन हत्यारांच्या कर्तन कोनांप्रमाणेच असतात. (आ. क्र. ९.८ पहा).

आ. क्र. ९.८ धातूरधा यंत्रावर वापरात येणारी विविध कर्तनी हत्यारे

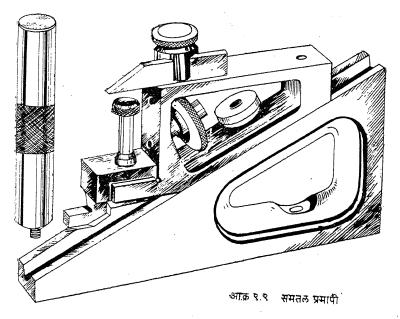
पूर्वी सांगितल्याप्रमाणे धातूरंधा यंत्रावर नगाची बांधी करण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या कित्येक प्रकारच्या खिळणीपैकी काही खिळणी आकृती क्रमांक ९.७ मध्ये दाखविले आहेत. ह्यापैकी योग्य त्या खिळणीच्या सहाय्याने नगाला यंत्रपटलावर जखडून नगाच्या सर्वात वरच्या स्तरावर पाणसळ ठेवून नग समतल करतात. व पुनश्च खिळणी घट्ट आवळतात.

टीप :—धातूरंधा यंत्रावर यंत्रण करावयाच्या प्रत्येक नगाचे यंत्रण करण्यापूर्वी ज्या स्तराचे यंत्रण अपेक्षित असेल त्या प्रत्येक स्तराचे, यंत्रण करण्यापूर्वी

समतलन करणे अत्यंत आवश्यक असते. सदरीलप्रमाणे समतलन न केल्यास यंत्रण केलेले **समोरासमोरील** दोन स्तर (तळचा व वरचा स्तर)अपेक्षेप्रमाणे एकमेकांस समांतर होत नाहीत. **तसेच जे दोन स्तर यंत्रण केल्यानंतर काटकोनात** अपेक्षित **असतात ते काटकोनात तयार होत नाहीत.**

आ.क्र. ९.८ धातूरंधा यंत्रावर वापरात येणारी विविध कर्तनी हत्यारे

धातूरंधा यंत्रावर मध्यम आकाराच्या नगाचे यंत्रण करीत असताना नगावरील धातू नेमकी किती यंत्रून काढावयाची आहे हे चटकन समजण्यासाठी शेजारील आकृती क्रमांक ९.९ मध्ये दाखविलेले तौलनिक प्रमापी साधन वापरतात. त्याला समतल प्रमापी (planer gauge) असे म्हणतात. सदर समतल प्रमापी, यंत्रण

करावयाच्या नगाची, (यंत्रण केल्यानंतरची), त्याच्या तळापासून जी उंची अपेक्षित असेल तितक्या मापात बाह्य सूक्ष्म मापी वरून किंवा वीट प्रमापी व तबकडी प्रमापी ह्यांचे सहाय्य.ने लावून घेऊन यंत्रपटलावर, यंत्रण करावयाच्या नगाचे थोडे अलिकडे

आ.क्र ९.९ समतल प्रमापी

नगापासून अंदाजे १०-१५ मि. मीटर अंतर ठेवून लावतात. प्रत्येक कार्यकारी सटक्याची सुरुवात होण्यापूर्वी कर्तनी हत्यार धातूत घुसविण्याचे आधी ते समतल प्रमापीच्या वरच्या पृष्ठाशी ताडून पाहतात. ह्या समतल प्रमापीचा उपयोग करणे नग आकाराने फार मोठा असल्यास शक्य नसते. अशा वेळी यंत्रण करावयाच्या नगाची एक प्रतिकृती तयार करतात. यंत्रण केल्यानंतर नगाची तळापासून जी उंची अपेक्षित असेल तितकीच उंची सदरील प्रतिकृतीची देखील असते. तसेच प्रतिकृतीची रूंदी देखील तयार नगाच्या अपेक्षित रुंदी एवढीच ठेवतात, पण लांबी मात्र अंदाजे २० ते २५ मि. मीटर एवढीच ठेवतात.

वरील खेरीज धातूरंधा यंत्रावर सीतेषा दण्डांना (spline shaft) गाळे कापण्याचे काम देखील केले जाते. अशा प्रकारच्या कामासाठी पाठ क्रमांक आठमध्ये वर्णिलेल्या विभाजन उपायोजाचा उपयोग करतात. विभाजन उपायोज त्याच्या पायटयाच्या आधाराने धातूरंधा यंत्राच्या यंत्रपटलावर जखडतात व त्यांवर सीतेषा दण्ड लावून योग्य तसे विभाजन करून सीतेषा दण्डांचे यंत्रण करतात.

१०. व्यतिहारितेची किमया

यांत्रिकीकरण झालेल्या आधुनिक जगात एका ठिकाणी तयार झालेला पक्का माल जगातील दूरदूरच्या ठिकाणी वापरला जातो. त्याचप्रमाणे एका कारखान्यात तयार केलेली यंत्रे व इतर यांत्रिक अवजारे वगैरे खेड्यापासून ते तहत शहरापर्यन्त कोठेही वापरली जातात. कारखान्यातून एखादे यंत्र तयार होऊन बाहेर पडल्यानंतर ते प्रत्यक्ष वापरात असताना त्याच्या सुट्या भागांची काही प्रमाणात स्वाभाविक झीज होत राहून यंत्राची कार्यक्षमता कमी होत असते. अशा वेळी कधी तरी ते यंत्र बंद पडते व त्यातील एखादा महत्वाचा असा भाग बदलावा लागतो. अशा प्रकारे आवश्यक तो भाग बदलून ते यंत्र पुनश्च चालू करणे शक्य असते. तथापी जर बदलून नवा बसविलेला नग मूळच्या नगाप्रमाणे त्याच धातूचा, तितकाच काटेकोर बनविलेला व त्याच आकाराचा नसेल तर तो नव्याने बसविलेला भाग काही दिवस काम देऊन पुन: काम करीनासा होतो व यंत्र बंद पडते. ह्यावरून एक गोष्ट फार प्रकर्षाने लक्षात येईल ती म्हणजे यंत्राच्या सुट्या भागांची व्यतिहारिता ही होय (interchangeability of parts).

व्यतिहारितेच्या तत्वांना अनसरून बनविलेले सुटे भाग योग्य त्या ठिकाणी आवश्यक तसे बसून योग्य त्या प्रमाणात अपेक्षित असे काम विनातक्रार देऊ शकतात व अशा प्रकारच्या सुट्या भागांमुळे, ते ज्या यंत्रात बसवितात त्यांची कार्यक्षमता कमी न होता उलट काही अंशी वाढू शकते.

व्यतिहारितेची मूलतत्वे (principles of interchangeability)

१) प्रत्येक यंत्रातील प्रत्येक यंत्रांग, त्यांचे सर्व सुटे भाग यांचा एकमेकांशी निश्चित असा विशिष्ट संबंध असतो. हा संबंध लक्षात घेऊनच यंत्राची प्राथमिक जुळणी, (sub-assembly) व, अखेरची जुळणी (final assembly), केलेली असते. x

२) यंत्राच्या सर्व प्रमुख व लहानसहान सुट्या भागांचे परस्परांशी असलेले विशिष्ट संबंध, ते यंत्र संपूर्ण जुळणी केल्यानंतर नेमक्या कोणत्या परिस्थितीत व कोणत्या प्रकारचे काम करणार आहे त्यावर अवलंबून असतात.

३) यंत्राच्या सर्व सुट्या भागांचे एकमेकांशी असलेले संबंध टिकवून ठेवणे केवळ शक्यच नव्हे तर, त्या यंत्राची कार्यक्षमता दीर्घ काळपर्यंत टिकवून ठेवण्यासाठी आवश्यकच आहे.

---

x Design Principles of Metal Cutting Machine Tools
– Dr. F. Koenigsberger

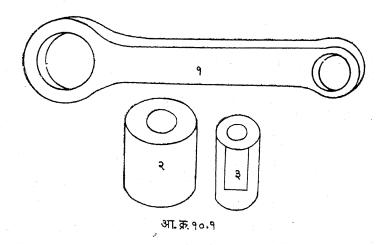
४) यंत्राच्या सर्व सुटया भागांचे, एकमेकांशी असलेल्या संबंधांचे पुढील-प्रमाणे, पृथकरण करतात:—

(अ) एकमेकात बसविले जाणारे, (ब) एकमेकावर सरकणारे.

वरील दोन्हीपैकी कोणत्याही प्रकारे जरी काम करणारे नग असले तरी धातूच्य दोन अगर अधिक स्तरांचा एकमेकांशी जो कार्यकारी संबंध (working relation) असतो त्याला अन्वायुक्ती (fits) अशी संज्ञा आहे.

आयुनिक यंत्रोद्योगांमध्ये सुटया भागांची जुळणी करण्यासाठी दोन प्रकारची व्यतिहारिता उपयोजिली जाते. एका प्रकारास सार्वत्रिक व्यतिहारिता (strict interchangeability) असे म्हणतात. दुसऱ्या प्रकारास मर्यादित व्यतिहारिता (limited interchangeability) असे म्हणतात. दोन्ही मधील फरक वर वर जरी लहानसाच वाटला तरी तो अत्यंत महत्वाचा आहे हे पुढील उदाहरणा वरून चटकन ध्यानात येईल.

आकृती क्रमांक १०.१ मध्ये कूर्पर दण्ड (connecting rod) व कूर्पर दण्डाच्या लहान भोकात अनुक्रमे एकात एक बसणारे स्थिर धारवे (fix bearing) व खीळ (gudgeon pin) दाखविले आहेत. समजा एका यंत्र

आ. क्र. १०.१

शाळेने असे प्रत्येकी दहा नग तयार केले आणि जर त्या दहा कूर्पर दण्डांपैकी कोणत्याही कूर्पर दण्डाच्या लहान भोकात दहापैकी कोणताही एक किंवा दहाचे दहा स्थिर धारवे

जर कोणताही त्रास न होता व्यवस्थित बसले, व, ह्याचप्रमाण दहापैकी कोणतीही एक खीळ अगर दहाच्या दहा खीळ जर व्यवस्थितपणे कोणताही त्रास न होता बसल्या तर ह्या जुळणीच्या प्रकाराला सार्वत्रिक व्यतिहारिता (strict interchangeability) असे म्हणतात. एकमेकात बसविल्या जाणाऱ्या दोन नगांची कितीही संख्या तयार असली आणि त्यातील कोणताही एक नग त्याचेशी संबंधित अशा दुसऱ्या कोणत्याही नगात सहजासहजी कोणताही त्रास न पडता बसविता येण्याची शक्यता हा सार्वत्रिक व्यति-हारितेचा महत्वाचा गुणधर्म आहे. याउलट ज्यावेळी एकमेकात बसणाऱ्या दोन नगांची काही संख्या तयार असल्यास त्यातील एका प्रकारचे काही नग दुसऱ्या प्रकारच्या विशिष्ठ नगातच बसतात. त्यावेळी ते मर्यादित व्यतिहारिता (limited interchan geability) ह्या प्रकारात मोडतात.

मर्यादित व्यतिहारिता ही बाब प्रत्यक्ष व्यवहारात आणणे ही जवळ जवळ अशक्य गोष्ट मानली जाते याचे कारण मुख्यत:

> कोणत्याही प्रकारच्या अथवा जातीच्या यंत्रोकरणावर (machine tool) खऱ्या अर्थाने एकाच मापाचे दोन किंवा दोनपेक्षा जास्त नग बिनचुक तयार करता येत नाहीत. हे होय.

याची कारणे पुढीलप्रमाणे आहेत.

१) प्रत्येक यंत्राला स्वत:ची अशी कार्यकारी अचूकता (working accuracy) असते. ह्याला यंत्रण अचूकता (machining accuracy) असे म्हणतात. यंत्र जसजसे जास्त वापरले जाते, तसतशी ही यंत्रण अचूकता, यंत्रांगांच्या होणाऱ्या स्वाभाविक झीजेमुळे कमी होते.

२) ज्या कर्तनी हत्यारांचे सहाय्याने यंत्रावर धातू कापण्याची क्रिया करतात ती सतत वापरात राहून त्यांची स्वाभाविक झीज होत असते.

३) ज्या प्रमापी साधनांच्या सहाय्याने यंत्रण केलेले नग मापतात त्यांचे विशिष्ठ लघुतम दर्शांक (least count) असतात व त्या प्रमापी साधनांची मापन अचूकता (measuring accuracy) काही काळाने कमी होते, व,

४) यंत्रण केलेले नग ज्या यंत्रावर बनविले जातात ती यंत्रे, व, यंत्रण करण्यासाठी वापरले जाणारे माध्यम, म्हणजे कर्तनी हत्यारे, व, मापन करणारी प्रमापी साधने ह्या तिन्ही बाबींवर नियंत्रण ठेवणाऱ्या माणसाची कार्यक्षमता (efficiency of man) प्रत्येकात कमी जास्त प्रमाणात असते.

वरील बाबी लक्षात घेऊन, सर्वसाधारण प्रत्यक्ष व्यवहारात आचरता येण्याजोगी, सार्वत्रिक व्यतिहारिता एवढी एकच बाब शिल्लक राहाते. त्यामुळे आधुनिक

यंत्रोद्योगातून तयार केले जाणारे जवळ जवळ शंभर टक्के नग सार्वत्रिक व्यतिहारिता तत्त्वांना अनुसरून केले जातात. सार्वत्रिक व्यतिहारितेची तत्वे ठोकळमानाने पुढीलप्रमाणे सांगता येतील.

१) वर निर्देशिलेल्या कारणांमुळे कोणत्याही यंत्रोपकरणावर कोणाही कारागिराला कोणताही भाग एक नग एखाद्या विशिष्ट मापात खऱ्या अर्थाने बिनचुक बनविता येणे शक्य नाही म्हणून तो नग तयार करण्यासाठी अपेक्षित असलेल्या मापात काही प्रमाणात विशिष्ट सूट दिलेली असते. सूट देण्याच्या ह्या प्रमाणास तांत्रिक परिभाषेत तितिक्षा (Tolerance) असे म्हणतात.

२) वरील प्रमाण अनुज्ञेय सूट राखून तयार केलेले नग एकमेकांत बसविण्यासाठी मुख्यतः पुढील तीन प्रकारच्या अन्वायुक्ती वापरतात आहेत.

अ) व्यत्यय अन्वायुक्ति (interference fit),

ब) उभय अन्वायुक्ति (transition fit),

क) अवकाश अन्वायुक्ति (clearance fit.),

कोणत्याही नगाची तितिक्षेची अनुज्ञेय मर्यादा परिमितता (Limit) ह्या संज्ञेने ओळखतात.

वर उल्लेखिलेले परिभाषात्मक शब्द अधिक चांगल्या प्रकारे समजण्यासाठी पुढील व्याख्या समजून घेणे जरूर आहे. तथापि जिज्ञासू वाचकांनी ह्या विषयाच्या सखोल माहितीसाठी भारतीय मानक संस्थेने (Indian Standards Institution) प्रकाशित केलेल्या, पुढील दोन पुस्तिका पहाव्या.

१) भारतीय मानक २७०९: १९६४, २) भारतीय मानक ९१९ : १९६३

ह्या संस्थेचा पत्ता पुढील प्रमाणे आहे—

भारतीय मानक संस्था, मानक भवन, ९, बहादुरशाह जफर मार्ग, नवी दिल्ली

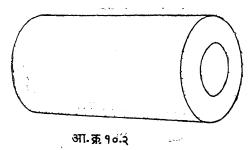
अन्वायुक्ति परिभाषा (Terminology of fits)

टीप—परिमितता, अन्वायुक्ति व अनुज्ञेय तितिक्षा यांच्या चर्चेसंबंधात, भारतीय मानकानुसार छिद्र किंवा भोक ह्याचा अर्थ कोणत्याही आकाराचा उघडा अथवा बंद गाळा असा होतो.

आकृती क्रमांक १०.२ मध्ये ५० मि. मी. छिद्र असलेला एक नग दाखविला आहे. ह्या निर्देशून पुढील विवरण केले आहे.

१) **तितिक्षा** (fits) पूर्वी लिहिलेल्या कारणांमुळे एखादा नग खऱ्या अर्थानेया अपेक्षित मापाचा बिनचूक बनविणे शक्य नसते. अशा वेळी तो नग

जास्तीत जास्त अचूकपणे तयार करण्यासाठी त्याच्या परिमाणात (dimension) जी सूट दिली जाते तिला तितिक्षा असे म्हणतात.

आ. क्र. १०.२

२) **अन्वायुक्ति** (limit) एकमेकात बसणारे दोन नग, ते प्रत्यक्ष एकमेकात बसविण्यापूर्वी त्यांच्या मापात जो परस्पर संबंध असतो त्याला अन्वायुक्ति असे म्हणतात.

३) **वाचनिकांक** (Basic or nominal size) एकमेकांत बसणाऱ्या दोन नगांच्या समान (common) परिमाणास वाचनिकांक असे म्हणतात. उदा. आ. क्र. १०.२ मध्ये दाखविलेल्या नगाचे छिद्र व त्यात बसविता येणारे अपेक्षित दण्ड दोन्हीचा वाचनिकांक ५० मि. मी. समजतात.

४) **प्रत्यक्षांक** (Actual size) कोणत्याही नगाचे सूक्ष्म मापन केल्यावर प्रमापी साधनाने दर्शविलेल्या प्रत्यक्ष मापाला प्रत्यक्षांक असे म्हणतात. उदा. आ. क्र. १०.२ मधील मापाचे दहा नग केले गेले तर त्या सर्व नगांच्या छिद्रांची मापे ५०.००० ते ५०.०४६ मि. मी. यामधील कोणतीही असू शकतील.

५) **विचलन** (Deviation) यंत्रण केलेल्या नगाचा प्रत्यक्षांक व वाचनिकांक ह्यांच्या बीजगणिती फरकास (Algebraic difference) विचलन म्हणतात.

६) **अवकाश** (clearance) अन्वायुक्तिच्या दोन नगांपैकी छिद्राचा प्रत्यक्षांक व डण्डाचा प्रत्यक्षांक ह्या दोहोंतील फरकास अवकाश असे म्हणतात. अवकाश हा अन्वायुक्तिमधील प्रत्यक्ष फरक समजला जातो, व, अशा अन्वायुक्तिच्या छिद्राचे माप त्याच अन्वायुक्तिच्या दण्डाच्या मापापेक्षा मोठे असते.

७) **व्यत्यय** (interference) अन्वायुक्तिच्या दोन नगांपैकी छिद्राचा प्रत्यक्षांक व दण्डाचा प्रत्यक्षांक ह्या दोहांतील फरकास व्यत्यय असे म्हणतात. व्यत्यय हा अन्वायुक्तिमधील अप्रत्यक्ष फरक समजला जातो, व, अशा अन्वायुक्तिच्या छिद्राचे माप त्याच अन्वायुक्तिच्या दण्डाच्या मापापेक्षा नेहमी लहान असते.

८) **व्यत्यय** अन्वायुक्ति (interference fit) अन्वायुक्तिच्या छिद्राच्या व दण्डाच्या प्रत्यक्षांकामध्ये ज्यावेळी व्यत्यय असेल त्यावेळी छिद्र असलेल्या

नगात, दण्ड बसविण्यासाठी तो ठोकून दाबून बसवावा लागतो. अन्वायुक्तिच्या ह्या प्रकारास व्यत्यय अन्वायुक्ति असे म्हणतात.

९) **अवकाश** अन्वायुक्ति (clearance fit) अन्वायुक्तिच्या छिद्राच्या व दण्डाच्या प्रत्यक्षांकामध्ये ज्या वेळी अवकाश असेल त्यावेळी छिद्र असलेल्या नगात, दण्ड बसविण्यासाठी कोणत्याही प्रकारे ताकद न लावावी लागता तो सहजपणे बसविता येतो. अन्वायुक्तिच्या ह्या प्रकारास अवकाश अन्वायुक्ति अशी संज्ञा आहे.

१०) **उभय अन्वायुक्ति** (transition fit) अन्वायुक्तिच्या छिद्राच्या व दण्डाच्या प्रत्यक्षांकामध्ये ज्यावेळी कमीत कमी व्यत्यय तसेच/किंवा कमीत कमी अवकाश राखला जातो व अन्वायुक्तिसाठी कमी ताकद लावावी लागते अशा अन्वायुक्तिला उभय अन्वायुक्ति असे म्हणतात.

ज्यावेळी एकमेकांत बसवावयाचे नग पुष्कळ काळपर्यंत एकमेकांतून काढावयाचे नसतात, तसेच जे नग वाढीव दाबात काम करावे अशी अपेक्षा असते व जे नग उष्णतेमध्ये काम करणारे असतात अशा नगांची अन्वायुक्ति बहुश: व्यत्यय अन्वायुक्ति ह्या प्रकारात मोडते. जे नग एकमेकांत बसविल्यानंतर अनुरेख अथवा गोलाकार दिशेने सरकावे/फिरावे अशी अपेक्षा असते त्यांची अन्वायुक्ति अवकाश अन्वायुक्ति ह्या प्रकारात मोडते. ज्या नगांची, अन्वायुक्ति केल्यानंतर ते पुन: एकमेकांपासून काढण्याची व परत बसविण्याची गरज असते असे नग उभय अन्वायुक्तिने एकमेकांत बसविले जातात.

वरील आकृती क्रमांक १०.२ मध्ये दाखविलेल्या नगात ५० मिलीमीटरचे छिद्र आहे. ह्या ५० मि. मी. छिद्रात वरील अन्वायुक्तिच्या तीन पैकी कोणत्याही एका प्रकाराने दण्ड बसविता येतील. सदरील नगाच्या मापांची व त्यात बसविता येणाऱ्या दण्डांची पुढीलप्रमाणे संगती लावली जाते.

वरील नगाच्या छिद्राचा वाचनिकांक ५० मि. मी. तितिक्षा ३० *M* म्हणजे ०.०३० मि. मीटर म्हणजे छिद्राचा प्रत्यक्षांक ५०.०३० मि. मीटर जास्तीत जास्त इतका होतो. समजा सदरप्रमाणे दोन नग तयार करावयाचे आहेत. पैकी एकाचा प्रत्यक्षांक ५०.०३० तर दुसऱ्याचा प्रत्यक्षांक ५०.०२० इतका आहे, प्रत्येक नगामध्ये वरील तीन प्रकारच्या अन्वायुक्तिने बसणारे प्रत्येकी तीन दण्ड आहेत. त्यांची मापे पुढीलप्रमाणे तयार होतील.

१) व्यत्यय अन्वयायुक्त डण्ड ५०.०७०

२) अवकाश अन्वायुक्त दण्ड ५०.०२५

३) उभय अन्वायुक्त दण्ड ५०.०४०

हे तिन्ही नग ५०.०३० प्रत्यक्षांक असलेल्या छिद्रात योग्य तसे अनुक्रमे बसतील तसेच;

१) व्यत्यय अन्वायुक्त दण्ड ५०.०६०

२) अवकाश अन्वायुक्त दण्ड ५०.०१५

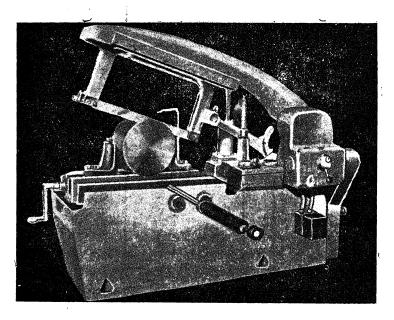
३) उभय अन्वायुक्त दण्ड ५०.०३०

हे तिन्ही नग ५०.०२० प्रत्यक्षांक असलेल्या छिद्रात योग्य तसे अनुक्रमे बसतील.

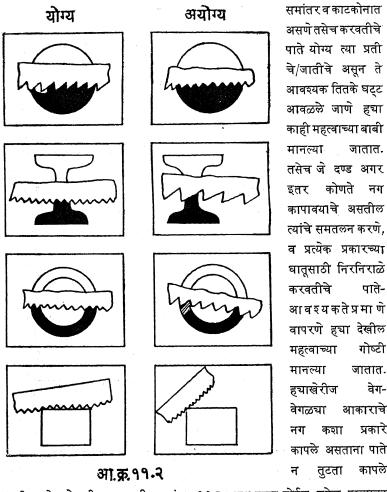
वरील उदाहरणातील छिद्रे असलेले दोन्ही नग व त्यांत अनुक्रमे बसविले जाणारे सहा दण्ड यांचा प्रत्यक्षांक वेगवेगळा असला तरी त्या सर्व आठही नगांचा वाचनिकांक पन्नास मिलीमीटर हाच समजतात.

टीप—एखाद्या नगावर ठेवावयाचे तितिक्षेचे प्रमाण तो नग कोणत्या प्रकारचे व किती दाबाखाली काम करणार आहे तसेच तो कोणत्या धातूचा आहे त्यावर अवलंबून असते.

११. विसर्पी करवत यंत्र

करवत यंत्राचे सहाय्याने, लहानमोठया सर्व यंत्रशाळांतून, यंत्रण करावयाचे जे नग लांबच लांब अशा विविध आकाराच्या दण्डांमधून बनवावयाचे असतात त्या दण्डांना आवश्यकतेनुसार योग्य त्या लांबीमध्ये आधी कापावे लागते. दण्डांना आवश्यकतेप्रमाणे कापण्याचे काम ज्या यंत्रावर करतात त्यास विसर्पी करवत यंत्र असे म्हणतात. शेजारी आकृती क्र. ११.१ मध्ये असे एक विसर्पी करवत यंत्र दाखविले आहे.

आ. क्र.११.१ विसर्पीकरवत यंत्र

विसर्पी करवत यंत्राचे सहाय्याने दण्डाच्या लांबीशी काटकोनात तसेच काटकोनाखेरीज इतर कोणत्याही कोनात दण्डाचे तुकड कापून आवश्यक तितके लांब करता येतात. तसेच सांगाडी कामासाठी (structural work) आवश्यक असलेले पन्हळी लोखंड (channel iron) व कोनी लोखंड (angle iron)

देखील ह्या यंत्रावर कापता येते. इतर कोणत्याही यंत्राप्रमाणे ह्या यंत्राकडून अपेक्षित असे काम चांगल्या प्रकारे करून घेता येते. पण बऱ्याच कारखान्यांतून विसर्पी करवत यंत्रावर वापरात असलेले करवतीचे पाते हलगर्जीपणाने यंत्र वापरल्याने सतत तुटत असस्याचे बहुधा अनुभवास येते, त्यासाठी शेगडे ज्या सपाट बैठकीवर बसतात ती बैठक चांगली सपाट असणे , धन्वन् (Bow) ची विसर्पी चाल बैठकीशी समांतर व काटकोनात असणे तसेच करवतीचे पाते योग्य त्या प्रतीचे/जातीचे असून ते आवश्यक तितके घट्ट आवळले जाणे ह्या काही महत्वाच्या बाबी मानल्या जातात. तसेच जे दण्ड अगर इतर कोणते नग कापावयाचे असतील त्यांचे समतलन करणे, व प्रत्येक प्रकारच्या धातूसाठी निरनिराळे करवतीचे पाते-आवश्यकतेप्रमाणे वापरणे ह्या देखील महत्वाच्या गोष्टी मानल्या जातात. ह्याखेरीज वेग-वेगळ्या आकाराचे नग कशा प्रकारे कापले असताना पाते न तुटता कापले जातील ते शेजारील आकृती क्रमांक ११.२ वरून स्पष्ट होईल. तसेच पात्यावर धन्वन्‌चा योग्य तेवढा ताण असणे जरूर आहे.

आ.क्र.११.२

विसर्पी करवतीचे पाते हे बहु बिंदू कर्तनी हत्यार (Multi point tool) असते. विसर्पी करवतीवर लावलेल्या नगाचे कर्तन धन्वनाच्या बलाने (Force) व प्रदायामुळे (feed) होत असते. हा कर्तन दाब सहन करू शकेल अशा प्रतीचे पाते असणे ही आवश्यक बाब समजली जाते. म्हणून विसर्पी करवतीची पाती चण्डातु तीव्र गती पोलाद (Tungsten high speed steel) किंवा मौलातु तीव्र गती पोलाद (Molebdenum high speed steel) ह्या धातूंची केलेली असतात, व त्यांचे सहाय्याने टणक (tough) व कडक (hard) धातू देखील सहजपणे कापली जाते. काही यंत्रशाळांतून अद्यापही वरील प्रकारच्या पात्यांचे ऐवजी उच्च कर्ब पोलादी (high carbon steel) पात्यांचा उपयोग करतात. कर्तन सहाय्यक तेलाच्या (cutting oil) सहाय्याने धातू कापताना तीव्र गती पोलादी पात्याने धातू कापावयाची झाल्यास यंत्राच्या धन्वनास प्रतिमिनिट १५० सटके इतकी गती देतात. ह्याच प्रकारच्या पात्याने, कर्तन सहाय्यक तेलाशिवाय धातू कापणे झाल्यास यंत्राच्या धन्वनास प्रतिमिनीट १२० सटके इतकी गती देतात. यंत्रावर ज्यावेळी उच्च कर्ब पोलादी पाते लावून धातू कापावयाची असते, तेव्हा धन्वनाची गती वर लिहिलेल्या गतीच्या ५ टक्के कमी ठेवावी लागते.

विसर्पी करवत तीन प्रकारच्या दातांची मिळते

१) सरळ दातांची (straight teeth)

२) संकिर दातांची (serrated teeth)

३) तरंगात्मक दातांची (wavy teeth)

पैकी सरळ दाते व संकिर दाते असलेल्या करवतीला दातांची संख्या तुलनात्मक कमी असते तर तरंगात्मक दाते असलेल्या पात्यास दात्यांची संख्या जास्त असते तरंगात्मक करवतीच्या पात्याचे दात डावीकडे व उजवीकडे वळविलेले असतात. सरळ दाताच्या करवतीचे दात डावी–उजवी–डावी–उजवी अशा क्रमाने एका पाठोपाठ वळविलेले असतात. संकिर दाताच्या पात्याचे दात डावी–उजवी–सरळ, डावी–उजवी–सरळ, ह्या क्रमाने असतात. तरंगात्मक दाताच्या करवतीवरील दाते समूहात्मक वळविलेले डावी–उजवी–डावी–उजवी असे काही दात वळवून काही दात सरळ अशी दातांची योजना असते. सरळ दातांची करवत सर्वसाधारण कामासाठी तर संकिर दातांची व तरंगात्मक दातांची अनुक्रमे चिवट व नरम वस्तू कापण्यासाठी वापरतात.

करवतीच्या दातांचा त्याच्या अंतराळावरून निर्देश केला जातो. एका पाठोपाठ असणाऱ्या या दोन दातांमधील समान बिंदूमधील अंतर करवतीच्या लांबीशी

समांतर मोजल्यास जितके असते त्यास अंतराल (pitch) असे म्हणतात. भारतीय मानकानुसार विसर्पी करवत यंत्रावर वापरात असलेल्या करवतीचे दाते १.४, १.८, २.५, ३.२, ४.०, व ६.३ मि. मी. अंतराळाचे असतात. पुढील तक्त्यावरून सर्व प्रकारच्या करवतीच्या पात्यांच्या प्रमाणित मापांची कल्पना येऊ शकेल.

वापरण्याची पद्धत	दर्शनी लांबीं	अंतराळ				रुंदी	जाडी	छिद्राचा व्यास	क्ष *
हाती करवतीसाठी	250	0.8	1.0	1.4	...	13	0.63	5	5
	300	0.8	1.0	1.4	1.8	13	0.63	5	5
	300	0.8	1.0	1.4	1.8	16	0.80	5	5
कमी शक्तीने कापण्यासाठी	300	...	1.4	1.8	...	20	0.8	6.5	6
	300	...	1.4	1.8	2.5	25	1.25	8.5	7
जास्त शक्तीने कापण्यासाठी	325	2.5	3.2	4.0	6.3	30	1.6	8.5	9
	400	2.5	3.2	4.0	6.3	30	1.6	8.5	9
	450	2.5	3.2	4.0	6.3	35	2.0	10.5	13
	550	2.5	3.2	4.0	6.3	40	2.0	5·12	16
	600	...	...	4.0	6.3	50	2.5	12.5	16

क्ष = करवतीचे संपूर्ण लांबी—दर्शनी लांबी *

तक्ता क्र. ११.१ ×

प्रत्येक धातूला नरमपणा, लवचिकपणा, कडकपणा वगैरे आनुषंगिक गुणदोष असल्याने प्रत्येक धातूसाठी निरनिराळे पाते वापरावे लागते. पुढील तक्त्यावरून प्रत्येक धातू कापण्यासाठी कोणता अंतराल असलेले पाते निवडावे, ते कोणत्या गतीत चालवावे ते समजून येईल.

× Specification for Hacksaw Blades IS: 2594-1963

क्रमांक	धातू	दातांचा अंतराळ	प्रतिमिनिट सटके
१.	स्फटयातु	6.3-4.0	135-150
२.	नरम पितळ	4.0-2.5	135-150
३.	कडक पितळ	4.0-2.5	135
४.	बीड	4.0-2.5	135
५.	तांबे	4.0-2.5	135
६.	उच्च कर्ब पोलाद	6.3-2.5	90
७.	मध्यम कर्ब पोलाद	6.3-4.0	135
८.	नीचकर्ब पोलाद	4.0-2.5	90
९.	मिश्र पोलाद	6.3-4.0	135
१०.	पन्हळी लोह	2.5-1.8	135
११.	सांगाडी लोह	4.0-2.5	135
१२.	लोखंडी नळया	1.8	135
१३.	पितळी नळया	1.8	135

तक्ता क्र. ११.२

कोणतीही धातू कापण्यापूर्वी त्या धातूचा कडकपणा किती आहे तेही पहावे व त्याप्रमाणे पात्याची निवड करावी. भारतीय मानकानुसार पात्यांचा कडकपणा पुढे दिल्याप्रमाणे असतो. (IS: 2595–1963)

हाती करवतीचे पाते कमी शक्तीने कापणारे पाते	उच्च कर्ब पोलाद ५९-६२ HRC नीच कर्ब पोलाद ६२-६५ HRC उच्च गती पोलाद ६१-६५ HRC
जास्त शक्तीने कापणारे पाते	उच्च गती पोलाद ६१-६५ HRC नीच कर्ब पोलाद ६२-६५ HRC

सदरीलप्रमाणे योग्य त्या अंतरालाचे दाते, व योग्य त्या धातूची बनावट असलेली पाती वापरल्यास बराच पैसा तथा श्रम वाचून मोठ्या प्रमाणावर उत्पादकता वाढेल.

पारिशिष्टीय विविधोपयोगी तक्ते

तक्ता क्रमांक १

वर्तुळाचे समान भाग करण्यासाठी वापरावयाचा तक्ता

सम विभाजन संख्या	वर्तुळ त्रिज्येला गुणावयाची संख्या	सम विभाजन संख्या	वर्तुळ त्रिज्येल गुणावयाची संख्या
......	......	31	0.2023
......	......	32	0.1961
3	1.7321	33	0.1901
4	1.4142	34	0.1846
5	1.1756	35	0.1793
6	1.0000	36	0.1743
7	0.8678	37	0.1697
8	0.7654	38	0.1652
9	0.6840	39	0.1609
10	0.6180	40	0.1569
11	0.5635	41	0.1531
12	0.5176	42	0.1494
13	0.4786	43	0.1459
14	0.4450	44	0.1426
15	0.4158	45	0.1395
16	0.3902	46	0.1365
17	0.3676	47	0.1336
18	0.3473	48	0.1308
19	0.3292	49	0.1282
20	0.3129	50	0.1256
21	0.2980	51	0.1231
22	0.2845	52	0.1207
23	0.2723	53	0.1184
24	0.2611	54	0.1164
25	0.2507	55	0.1143
26	0.2411	56	0.1122
27	0.2321	57	0.1103
28	0.2240	58	0.1084
29	0.2162	59	0.1064
30	0.2091	60	0.1047

समविभाजन संख्या	वर्तुळ त्रिज्येला गुणावयाची संख्या	सम विभाजन संख्या	वर्तुळ त्रिज्येला गुणावयाची संख्या
61	0.1030	94	0.0668
62	0.1014	95	0.0661
63	0.0996	96	0.0656
64	0.0982	97	0.0648
65	0.0967	98	0.0641
66	0.0950	99	0.0635
67	0.0937	100	0.0628
68	0.0923	101	0.0621
69	0.0911	102	0.0616
70	0.0897	103	0.0611
71	0.0884	104	0.0604
72	0.0872	105	0.0599
73	0.0860	106	0.0594
74	0.0848	107	0.0587
75	0.0837	108	0.0581
76	0.0827	109	0.0576
77	0.0816	110	0.0571
78	0.0806	111	0.0566
79	0.0795	112	0.0561
80	0.0785	113	0.0557
81	0.0775	114	0.0552
82	0.0766	115	0.0547
83	0.0757	116	0.0541
84	0.0748	117	0.0538
85	0.0740	118	0.0533
86	0.0731	119	0.0527
87	0.0722	120	0.0524
88	0.0714	121	0.0521
89	0.0705	122	0.0515
90	0.0698	123	0.0512
91	0.0691	124	0.0507
92	0.0684	125	0.0503
93	0.0675	126	0.0500

समविभाजन संख्या	वर्तुळ त्रिज्येला गुणावयाची संख्या	सम विभाजन संख्या	वर्तुळ त्रिज्येला गुणावयाची संख्या
127	0.0494	154	0.0407
128	0.0491	155	0.0405
129	0.0487	156	0.0403
130	0.0484	157	0.0400
131	0.0480	158	0.0398
132	0.0477	159	0.0395
133	0.0473	160	0.0393
134	0.0470	161	0.0391
135	0.0466	162	0.0388
136	0.0463	163	0.0386
137	0.0459	164	0.0384
138	0.0456	165	0.0381
139	0.0452	166	0.0379
140	0.0449	167	0·0377
141	0.0445	168	0.0374
142	0.0444	169	0.0372
143	0.0440	170	0.0370
144	0.0437	171	0.0368
145	0.0433	172	0.0365
146	0.0431	173	0.0363
147	0.0428	174	0.0361
148	0.0424	175	0.0360
149	0.0423	176	0.0358
150	0.0419	177	0.0354
151	0.0416	178	0.0353
152	0.0414	179	0.0351
153	0.0410	180	0.0349

—Bench Work —W. Makiyenko

तक्ता क्रमांक–२ ×

चौरस तथा षट्भुज नगासाठी आवश्यक त्या बहिर्वर्तुळाचा व्यासदर्शी तक्ता

तक्ता क्र. २

1	1.414	1.155	26	36.770	30.090
2	2.828	2.310	27	38.180	31.190
3	4.242	3.465	28	39.600	32.340
4	5.656	4.620	29	41.010	33.500
5	7.071	5.780	30	42.430	34.650
6	8.480	6.930	31	43.840	35.810
7	9.900	8.090	32	45.250	36.960
8	11.310	9.240	33	46.660	38.120
9	12.730	10.400	34	48.080	39.270
10	14.140	11.550	35	49.500	40.420
11	15.560	12.710	36	50.910	41.580
12	16.970	13.860	37	52.320	42.740
13	18.380	15.020	38	53.740	43.890
14	19.800	16.170	39	55.150	45.050
15	21.210	17.320	40	56.570	46.200
16	22.630	18.480	41	57.970	47.360
17	24.040	19.640	42	59.400	48.510
18	25.460	20.790	43	60.800	49.570
19	26.870	21.950	44	62.220	50.820
20	28.280	23.100	45	63.640	51.960
21	29.700	24.260	46	65.050	53.130
22	31.110	25.410	47	66.490	54.090
23	32.530	26.570	48	67.880	55.440
24	33.940	27.720	49	69.290	56.600
25	35.360	28.880	50	70.710	57.800

चौरसाच्या समांतर भुजांमधील अंतर × १.४१४
= चौरसासाठी आवश्यक वर्तुळाचा व्यास

षट्कोनाच्या समांतर भुजांमधील अंतर × १.१५५
= षट्कोनासाठी आवश्यक वर्तुळाचा व्यास

x Hand Book for Lathe Operators & Foremen—S. Fomin

तक्ता क्र. ३ "ज्या" प्रमापी साधनाचा कोनमापी नमुना तक्ता

Degrees	Minutes												
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
0	0.000	0.145	0.291	0.436	0.582	0.727	0.873	1.018	1.164	1.309	1.454	1.600	1.745
1	1.745	1.891	2.035	2.181	2.327	2.472	2.618	2.736	2.908	3.054	3.199	3.345	3.490
2	3.490	3.635	3.781	3.926	4.071	4.217	4.362	4.507	4.653	4.798	4.943	5.088	5.234
3	5.234	5.370	5.524	5.669	5.814	5.960	6.105	6.250	6.395	6.540	6.685	6.831	6.976
4	6.976	7.121	7.266	7.411	7.556	7.701	7.846	7.991	8.136	8.281	8.426	8.571	8.716
5	8.716	8.860	9.005	9.150	9.295	9.440	9.585	9.729	9.874	10.019	10.164	10.308	10.453
6	10.453	10.597	10.742	10.887	11.031	11.176	11.320	11.465	11.609	11.754	11.898	12.043	12.187
7	12.187	12.331	12.476	12.620	12.764	12.908	13.053	13.197	13.341	13.485	13.629	13.773	13.917
8	13.917	14.061	14.205	14.349	14.493	14.637	14.781	14.925	15.069	15.212	15.356	15.500	15.643
9	15.643	15.787	15.931	16.074	16.218	16.361	16.505	16.648	16.792	16.935	17.078	17.222	17.365
10	17.365	17.508	17.651	17.794	17.937	18.081	18.224	18.367	18.509	18.652	18.795	18.938	19.081
11	19.081	19.224	19.366	19.509	19.652	19.794	19.937	20.079	20.222	20.364	20.507	20.649	20.791
12	20.791	20.933	21.076	21.218	21.360	21.502	21.644	21.786	21.928	22.070	22.212	22.353	22.495
13	22.495	22.637	22.778	22.920	23.062	23.203	23.345	23.486	23.627	23.769	23.910	24.051	24.192
14	24.192	24.333	24.474	24.615	24.756	24.897	25.038	25.179	25.320	25.460	25.601	25.741	25.882
15	25.882	26.022	26.163	26.303	26.443	26.584	26.724	26.864	27.004	27.144	27.284	27.424	27.564
16	27.564	27.704	27.843	27.983	28.123	28.262	28.402	28.541	28.680	28.820	28.959	29.098	29.237
17	29.237	29.376	29.515	29.654	29.793	29.932	30.071	30.209	30.348	30.486	30.625	30.763	30.902
18	30.902	31.040	31.178	31.316	31.454	31.593	31.730	31.868	32.006	32.144	32.282	32.419	32.557
19	32.557	32.694	32.832	32.969	33.106	33.244	33.381	33.518	33.655	33.792	33.929	34.065	34.202
20	34.202	34.339	34.475	34.612	34.748	34.884	35.021	35.157	35.293	35.429	35.565	35.701	35.837
21	35.837	35.973	36.108	36.244	36.379	36.515	36.650	36.785	36.921	37.056	37.191	37.326	37.461
22	37.461	37.595	37.730	37.865	37.999	38.134	38.268	38.403	38.537	38.671	38.805	38.939	39.073
23	39.073	39.207	39.341	39.474	39.608	39.741	39.875	40.008	40.141	40.275	40.408	40.541	40.674
24	40.674	40.806	40.939	41.072	41.204	41.337	41.469	41.602	41.734	41.866	41.998	42.130	42.262
25	42.262	42.394	42.525	42.657	42.788	42.920	43.051	43.182	43.313	43.445	43.575	43.706	43.837
26	43.837	43.968	44.098	44.229	44.359	44.490	44.620	44.750	44.880	45.010	45.140	45.269	45.399
27	45.399	45.529	45.658	45.787	45.917	46.046	46.175	46.304	46.433	46.561	46.690	46.819	46.947
28	46.947	47.076	47.204	47.332	47.460	47.588	47.716	47.844	47.971	48.099	48.226	48.354	48.481
29	48.481	48.608	48.735	48.862	48.989	49.116	49.242	49.369	49.495	49.622	49.748	49.874	50.000
30	50.000	50.126	50.252	50.377	50.503	50.628	50.754	50.879	51.004	51.129	51.254	51.379	51.504
31	51.504	51.628	51.753	51.877	52.002	52.126	52.250	52.374	52.498	52.621	52.745	52.869	52.992
32	52.992	53.115	53.238	53.361	53.484	53.607	53.730	53.853	53.975	54.097	54.220	54.342	54.464
33	54.464	54.586	54.708	54.829	54.951	55.072	55.194	55.315	55.436	55.557	55.678	55.799	55.919
34	55.919	56.040	56.160	56.280	56.401	56.521	56.641	56.760	56.880	57.000	57.119	57.238	57.358
35	57.358	57.477	57.596	57.715	57.833	57.952	58.070	58.189	58.307	58.425	58.543	58.661	58.779
36	58.779	58.896	59.014	59.131	59.248	59.365	59.482	59.599	59.716	59.832	59.949	60.065	60.182
37	60.182	60.298	60.414	60.529	60.645	60.761	60.876	60.991	61.107	61.222	61.337	61.451	61.566
38	61.566	61.681	61.795	61.909	62.024	62.138	62.251	62.365	62.479	62.592	62.706	62.819	62.932
39	62.932	63.045	63.158	63.271	63.383	63.496	63.608	63.720	63.832	63.944	64.056	64.167	64.279
40	64.279	64.390	64.501	64.612	64.723	64.834	64.945	65.055	65.166	65.276	65.386	65.496	65.606
41	65.606	65.716	65.825	65.935	66.044	66.153	66.262	66.371	66.480	66.588	66.697	66.805	66.913
42	66.913	67.021	67.129	67.237	67.344	67.452	67.559	67.666	67.773	67.880	67.987	68.093	68.200
43	68.200	68.306	68.412	68.518	68.624	68.730	68.835	68.941	69.046	69.151	69.256	69.361	69.466
44	69.466	69.570	69.675	69.779	69.883	69.987	70.091	70.195	70.298	70.401	70.505	70.608	70.711

इंग्रजी–मराठी–इंग्रजी पारिभाषिक शब्द संग्रह

निवेदनः—मान्यवर वाचकांपैकी कित्येकानी पूर्वी सूचना केल्यावरून ह्या पारिभाषिक शब्दसंग्रहात इंग्रजी शब्दांचे "बोली भाषेतील उच्चार" लिप्यंतर करून शक्यतो यथार्थ देण्याचा कसोशीने प्रयत्न केला आहे. ह्या प्रयत्न सध्या प्रायोगिक अवस्थेत असल्याने शब्दोचार शास्त्राचा विचार केलेला नाही. तरी मान्यवर वाचकांनी ह्याबाबतच्या आपल्या सूचना मान्यवर सचिव, महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृति मंडळ, यांजकडे लेखी कळवाव्या.

—लेखक

इंग्रजी–मराठी

A

Accurate	(अॅक्युरेट)	बिनचुक
Actual size	(अॅक्च्युअल साईझ)	प्रत्यक्षांक
Algebraic difference	(आलजिब्राइक डिफरन्स)	बीजगणितीय फरक
Aluminium	(अल्युमिनियम)	स्फटधातू
Aluminium oxide	(अल्युमिनियम् आॅक्साइड)	निस्सादित स्फटधातू
Angle iron	(अँगल् आयर्न)	कोनी लोखंड
Anvil of micrometer	(अॅन्व्हील आॅफ् मायक्रोमीटर)	लैरण, सूक्ष्ममापीची
Assembly	(असेंब्लि)	जोडणी

B

Barrel	(बैरल्)	रम्भ
Base	(बेस्)	बैठक
Basic size	(बेसिक साईझ्)	वाचनिकांक.
Bed	(बेड)	पट्ट
Bevel gear	(बेव्हल् गिअर)	प्रवण दंतचक्र
Bevel protractor	(बेव्हल् प्रोट्रॅक्टर्)	कोन मापी

Block level	(ब्लॉक् लेव्हल्)	द्विदिश पाणसळ
Blue	(ब्लू)	नीळ
Boron	(बोरॉन्)	बोरातु
Bow	(बो)	धन्वन्

C

Cam action vice	(कॅम् अॅक्शन् व्हाईस्)	पालिगाम शेगडा
Capacity	(कॅपॅसिटी)	क्षमता
Carbon	(कार्बन्)	कर्ब
Casting	(कास्टिग)	ओतकाम, ओतीव काम
Centre punch	(सेंटर पंच्)	मध्य बिंदू निदेशक
Channel iron	(चॅनेल् आयर्न)	पन्हळी लोखंड
Checking	(चेकिंग्)	निरीक्षण
Chromium	(क्रोमियम्)	वर्णातु
Clapper box	(क्लॅपर् बॉक्स्)	टाळी पेटी
Clearance	(क्लिअरन्स्)	अवकाश
Clearance fit	(क्लिअरन्स् फिट्)	अवकाश अन्वायुक्ति
Cobalt	(कोबाल्ट्)	केत्वातु
Colinear	(को-लाईनिअर)	एकरेषात्मक
Column	(कॉलम्)	स्कम्भ
Combination set	(कॉम्बिनेशन् सेट)	कोनमापी संच
Connecting rod	(कनेक्टिग रॉड्)	कूर्पर दण्ड
Controls	(कंट्रोलस्)	नियंत्रण साधने
Crank handle	(क्रॅंक हॅन्डल)	कूर्पर हस्तक
Crank mechanism	(क्रॅंक मेकॅनिझम)	उत्केन्द्री यंत्रणा
Cross rail	(क्रॉस रेल)	क्षैतिज सरक रूळ
Cross sectional area	(क्रॉस सेक्शनल् एरिआ)	अनुप्रस्थ छेद क्षेत्रफळ
Cross slide	(क्रॉस स्लाईड)	क्षैतिज सरक
Cubical	(क्युबिकल्)	घनाकार
Cut, of metal	(कट्, ऑफ् मेटल्)	धातूची काप
Cutting force	(कटिंग फोर्स)	कर्तन दाब
Cutting oil	(कटिंग ऑइल्)	कर्तन सहाय्यक तेल
Cutting point	(कटिंग पॉईंट्)	कर्तन टोक
Cutting stroke	(कटिंग स्ट्रोक्)	कार्यकारी सरक
Cutting tool	(कटिंगटूल)	कर्तनी हत्यार

D

Deformation	(डिफॉरमेशन्)	विरूपण
Depth gauge	(डेप्थ् गेज्)	गभीरता मापी
Depth micrometer	(डेफ्थ् मायक्रोमीटर)	सूक्ष्म गभीरता मापी
Deviation	(डेव्हिएशन्)	विचलन
Dial gauge	(डायल गेज्)	तबकडी मापी
Diamensional stability	(डिमेन्शनल् स्टॅबिलिटी)	परिमाण स्थाणुता
Direct measuring instruments	(डीरेक्ट् मेझरिंग् इन्स्ट्रूमेंटस्)	वाचिक प्रमापी साधने
Dismantle	(डिस्मँटल्)	मोडणी
Displacement	(डिस्प्लेसमेंट्)	विस्थापन
Divider	(डिव्हायडर)	विभाजक
Dividing head	(डिव्हायडिंग हेड)	विभाजन उपायोज
Dovetail	(डोव्ह्-टल्)	डवरी
Dovetail slide	(डोव्हटेल् स्लाईड्)	डवरी सरक

E

Efficiency	(इफिशिएन्सी)	कार्यक्षमता
Elasticity	(इलास्टिसिटी)	प्रत्यास्थता

F

Feed	(फिड्)	प्रदाय
Final assembly	(फाइनल् असेंब्ली)	अखेरची जुळणी
Fit	(फिट्)	अन्वायुक्ति
Fitter's square	(फिटर्स स्क्वेअर्)	काटकोन मापी
Fixed bearing	(फिक्सड् बेअरिंग)	स्थिर धारवा
Fixture	(फिक्शचर)	खिळणी
Force	(फोर्स)	प्रेरणा, बल
Forging	(फोर्जिंग्)	घडकाम
Foot stock	(फूट् स्टॉक्)	पायटद्याचा आधार
Frame	(फ्रेम्)	चौकट

G

Geometry of machine	(जिओमेट्रि ऑफ् मशीन्)	यंत्र ज्यामिती
Granite	(ग्रॅनाईट)	कणाश्म
Grease	(ग्रीस्)	वंगण
Grinding	(ग्राईंडिंग)	शाणन
Gudgeon pin	(गजेन्-पिन्)	खिळ

H		
Handle	(हँडल्)	हस्तक
Hard	(हार्ड)	कडक
Hardening	(हार्डनिंग)	कठिणीकरण
Helical	(हेलिकल्)	कुण्डलाकार
High carbon steel	(हायकार्बन् स्टील्)	उच्च कर्ब पोलाद
High speed steel	(हाय स्पीड् स्टील्)	तीव्र गती पोलाद
I		
Idle stroke	(आइड्ल् स्ट्रोक्)	निष्कर्तनी सटका
Impact resisting	(इम्पॅक्ट् रेसिस्टींग्)	प्रघात रोधक
Indian Standards Institute	(ईंडिअन् स्टॅंडर्डस् इन्स्टिट्यूट)	भारतीय मानक संस्था
Indirect measuring instrument	(इंन्डिरेक्ट् मेझरिंग इंस्ट्रूमेंट)	तौलनिक प्रमापी साधन
Inside caliper	(इन्साइड् कॅलिपर्)	आंतर माप कैवार
Inside micrometer	(इन्साइड् मायक्रोमीटर)	सूक्ष्मांतर मापी
Inspection	(इन्स्पेक्शन्)	निरीक्षण
Interchangeability	(इंटरचेंजेबिलिटी)	व्यतिहारता
Interferenc	(इंटरफिअरन्स्)	व्यत्यय
Interference fit	(इंटरफिअरन्स् फिट्)	व्यत्यय अन्वायुक्ति
Internal gear	(इंटर्नल् गिअर्)	आंतर दंतचक्र
Internal stroke	(इंटर्नल स्ट्रेस्)	आंतर प्रत्याबल
J		
Jaw	(जॉ)	जबडा
K		
Knurling	(नर्लिंग्)	विखाचन
L		
Lathe	(लेथ्)	कातन यंत्र
Lead screw	(लीड् स्क्रू)	अग्रीम सूत्रक
Least count	(लिस्ट काऊंट्)	लघुतम दर्शकांक
Levelling	(लेव्हलिंग)	समतलन
Level bottle	(लेव्हल् बॉटल्)	पाणसळ

Limit	(लिमिट्)	परिमितता
Limited interchangeability	(लिमिटेड् इंटरचेंजेबिलिटि	मर्यादित व्यतिहारिता
Link	(लिंक्)	ग्रथन
Lubricating mechanism	(लुब्रिकेटिंग् मेकॅनिझम्)	स्नेहल यंत्रणा
M		
Machine table	(मशीन टेबल्)	यंत्रपटल
Machine tool	(मशीन टूल्)	यंत्रोपकरण
Machine vice	(मशीन व्हाईस्)	यंत्रकामी शेगडा
Machining	(मशिनिंग)	यंत्रण
Machining accuracy	(मशिनिंग अॅक्युरसी)	यंत्रण अचुकता
Magnetic base block	(मॅग्नेटिक बेस ब्लॉक्)	चुंबकीय बैठक स्कम्भ
Magnifying glass	(मॅग्निफाईंग ग्लास)	विशालक भिंग
Manganese	(मॅंगनीज्)	लोहकां
Marking, of letter	(मार्किंग, ऑफ् लेटर्स)	अक्षरकन
Marking, of lines	(मार्किंग, ऑफ् लाईन्स्)	रेखांकन
Marking, of numbers	(मार्किंग, ऑफ् नंबर्स)	अंकांकन
Marking block	(मार्किंग ब्लॉक्)	रेखांकन स्कम्भ
Measuring instruments	(मेझरिंग इंस्ट्रुमेंटस्)	प्रमापी साधने
Metric system	(मेट्रिक सिस्टिम्)	दशमान पद्धत
Micrometer	(मायक्रोमीटर)	सूक्ष्ममापी
Millwright	(मिल्राईट्)	यंत्रपरिचारक
Molebdenum	(मॉलिबडेनम्)	मौलातु
Molebdenum High Speed Steel	(मॉलिबडेनम् हाय स्पीड् स्टील्)	मौलातु तीव्र गती पोलाद
Motor	(मोटर्)	चलित्र
N		
Nickel chrome	(निकेल् क्रोम्)	रूप वर्णातु
Niobium	(निओबिअम्)	निओबिअम्
Non-parallel jaw vice.	(नॉन्-पॅरलल् जॉ व्हाईस्)	असमांतर जबड्याचा शेगडा

Nut	(नट्)	विनट
O		
Odd leg caliper	(ऑड् लेग् कॅलिपर्)	लंगडा माप कैवार
Oil sump	(ऑइल् सम्प्)	तेल निगर्त
Out side caliper	(आऊट् साइड् कॅलिपर्)	बाह्य माप कैवार
Out side micrometer	(आउट् साइड् मायक्रोमीटर्).	सूक्ष्म बाह्य मापी
P		
Parallel block	(पॅरलल् ब्लॉक्)	समांतर पट्टिका
Phosphorus	(फॉस्फरस्)	भास्व्य
Pinion	(पिनिअन्)	दंतिका
Planer gauge	(प्लेनर् गेज्)	समतल प्रमापी
Planing machine	(प्लेनिंग मशिन)	धातू रंधा यंत्र
Pneumatic vice	(न्यूमॅटिक् व्हाईस्)	वायवीथ शेगडा
Plasticity	(प्लास्टिसिटी)	अभिघटचता
Plastic deformation	(प्लास्टिक् डिफॉरमेशन्)	अभिघटित विरूपण
Preloading	(प्रिलोडिंग)	पूर्वदाबन
Principle	(प्रिन्सिपल्)	सिद्धांत
Prussian blue	(प्रूसिअन् ब्लू)	नीळ
R		
Ram	(रॅम्)	मेष
Ratchet	(रॅचेट्)	अनिवर्ती
Ratchet mechanism	(रॅचेट् ममेकॅनिझम्)	अनिवर्ती यंत्रणा
Reciprocating sliding ram	(रेसिप्रोकेटिंग् स्लाइडिंग् रॅम्)	पश्चाग्र विसर्पी ठोकळा
Related	(रिलेटेड्)	संबंधित
Return strokke	(रिटर्न स्ट्रोक्)	परतीचा सटका
Revolutions	(रिव्होल्यूशन्स्)	आवर्तने
Rexalloy	(रेक्सॉलॉय)	रेक्सॉलॉय
Rocker arm	(रॉकर आर्म)	दोलक भुजा
Roller	(रोलर्)	वेल्लन
Rolling mill	(रोलिंग मिल्)	रुळण यंत्र
Rule depth gauge	(रूल डप्थ गेज्)	गभीरता मापी पट्टी

S

Saddle	(सॅडल्)	खोगीर
Screw	(स्क्रू)	सूत्रक
Sensing pin	(सेन्सिंग पिन्)	संवेदन दांडी
Shaping machine	(शेपिंग मशीन्)	रुपित्र
Silicon	(सिलिकॉन्)	सैकजा
Simple indexing	(सिंपल इंडेक्सिग्)	साधे विभाजन
Sine	(साइन्)	'ज्या'
Sine bar	(साइन बार्)	'ज्या' प्रमापी
Sliding	(स्लाइडिंग्)	विसर्पी
Sliding ram	(स्लाइडिंग रॅम्)	विसर्पी मेष
Slip gauge	(स्लिप गेज्)	वीट प्रमापी
Slip gauge box	(स्लिप गेज् बॉक्स्)	वीट प्रमापी संच
Slotting machine	(स्लॉटिंग मशिन्)	बिल यंत्र
Slotting tool	(स्लॉटिंग टूल)	गाळा कर्तनी हत्यार
Speed transmission	(स्पीड ट्रान्समिशन्)	गती वहन
Spindle	(स्पिंडल्)	तर्कू
Spline shaft	(स्प्लाइन शाफ्ट्)	सीतेषा दण्ड
Spline sleeve	(स्प्लाइन स्लीव्ह्)	सीतेषा धानी
Spring	(स्प्रिंग्)	स्कन्द
Spring steel	(स्प्रिंग स्टील्)	लवचिक पोलाद
Standard measure	(स्टॅंडर्ड मेझर्)	आमान
Stellite	(स्टेलाइट)	स्टेलाइट
Stepped block	(स्टेप्ड् ब्लॉक्)	स्तरीय ठोकळा
Steps of job	(स्टेप्स् ऑफ् जॉब्)	नगाचे प्रस्तर
Straight edge	(स्ट्रेट एज्)	सरळ रेषा प्रमापी
Strict interchangeability	(स्ट्रिक्ट् इंटरचेंजेबिलिटी)	सार्वत्रिक व्यतिहारिता
Stroke	(स्ट्रोक्)	सटका
Structural work	(स्ट्रक्चरल वर्क)	सांगाडी काम
Sub-assembly	(सब्-असेंब्ली)	प्राथमिक जुळणी
Sulphur	(सल्फर्)	गंधक
Surface plate	(सरफेस प्लेट्)	पृष्ठपट
Swivelling vice	(स्विव्हेलिंग् व्हाइस्)	फिरता शेगडा

T

Tantalum	(टॅन्टॅलम्)	टॅन्टॅलम
Tantung	(टॅन्टुंग्)	टॅन्टुंग
Terminology of fits.	(टर्मिनॉलॉजी ऑफ्फिटस्)	अन्वायुक्ति परिभाषा
Thimble	(थिंबल्)	अंगुष्ठ
Three jaw chuck	(थ्री जॉ चक्)	तीन जबडयांचा बंधक
Titanium	(टिटानिअम्)	रंजातु
Tool box	(टूल बॉक्स्)	हत्यार शीर्ष
Tough	(टफ्)	टणक
Transition fit	(ट्रान्झिशन् फिट्)	उभय अन्वायुक्ति
Tungsten	(टंगस्टन्)	चण्डातु
Tungsten carbide	(टंगस्टन् कार्बाइड्)	चण्डातु कार्बाइड
Tungsten high speed stool	(टंगस्टन् हाय स्पीड स्टील्)	चण्डातु तीव्र गती पोलाद
Tungsten titanium carbide	(टंगस्टन् टिटानियम् कार्बाइड्)	चण्ड रंजातु कार्बाइड

U

Universal vice	(युनिव्हर्सल व्हाइस्)	उच्चालक फिरता शेगडा

V

Vanadium	(व्हेनेडियम्)	रोचातू
Vee block	(व्ही-ब्लॉक्)	व्ही ठोकळा
Vernier caliper	(व्हर्निअर् कॅलिपर)	व्हर्निअर अनुश्रेणी कैवार
Vernier depth gauge	(व्हर्निअर डेप्थ् गेज्)	व्हर्निअर अनुश्रेणी गभीरता मापी
Vernier height gauge	(व्हर्निअर हाईट गेज्)	व्हर्निअर अनुश्रणी उंचीमापी
Verticle sliding motion	(व्हर्टिकल स्लाइडिंग मोशन्)	उदग्र विसर्पी गती
Vice	(व्हाईस्)	शेगडा

W

Wear resistance	(वीअर रेझिस्टन्स्)	झीज रोधक
Weld	(वेल्ड्)	वितळजोड
Working accuracy	(वर्किंग अॅक्यूरसी)	कार्यकारी अचुकता

Working stroke	(वर्किंग स्ट्रोक्)	कार्यकारी सटका
Working relation	(वर्किंग रिलेशन्)	कार्यकारी संबंध
Working surface	(वर्किंग सरफेस्)	कार्यकारी पृष्ठभाग
Worm Shaft	(वर्म शाफ्ट्)	कुंतल दण्ड
Worm wheel	(वर्म व्हील्)	कुंतल दंतचक्र
Wringing	(रिंगींग्)	संपीडन

मराठी–इंग्रजी

अ

अखेरची जुळणी	Final assembly	(फाइनल् असेंब्ली)
अग्रीम सूत्रक	Lead screw	(लीड् स्क्रू)
अनुप्रस्थ छेद क्षेत्रफळ	Cross sectional-area	(क्रॉस सेक्शनल् एरिआ)
अनिवर्ती	Ratchet	(रॅचेट्)
अनिवर्ती यंत्रणा	Ratchet mechanism	(रॅचेट् मेकॅनिझम्)
अभिघटित विरूपण	Plastic deformation	(प्लास्टिक् डिफॉरमेशन्)
अभिघटयता	Plasticity	(प्लास्टिसिटी)
अवकाश अन्वायुक्ति	Clearance fit	(क्लिअरन्स् फिट्)
असमांतर जबड्याचा शेगडा	Non-parallel joint vice	(नॉन्-पॅरलल् जॉ व्हाईस्)
अक्षरांकन	Marking, of letters	(मार्किंग, ऑफ् लेटर्स)
अन्वायुक्ति	Fit	(फिट्)
अन्वायुक्ति परिभाषा	Terminology of fits	(टर्मिनॉलॉजी ऑफ् फिटस्)
अवकाश	Clearance	(क्लिअरन्स्)
अंकांकन	Marking, of numbers	(मार्किंग, ऑफ् नंबर्स)

अंगुष्ठ	Thimble	(थिंबल्)
आंतर दंतचक्र	Internal gear	(इंटर्नल् गिअर्)
आंतर प्रत्याबल	Internal stress	(इंटर्नल स्ट्रेस्)
आंतर माप कैवार	Inside caliper	(इन्साइड् कॅलिपर्)
आमान	Standard measure	(स्टॅंडर्ड मेझर्)
आवर्तने	Revolutions	(रिव्होल्यूशन्स्)
उच्च कर्ब पोलाद	High carbon steel	(हायकार्बन् स्टील्)
उच्चालक फिरता शेगडा	Universal vice	(युनिव्हर्सल व्हाइस्)
उत्केन्द्री यंत्रणा	Crank mechanism	(क्रॅंक मेकॅनिझम)
उदग्र विसर्पी गती	Verticle sliding motion	(व्हर्टिकल स्लाइडिंग मोशन्)
उभय अन्वायुक्ति	Transition fit	(ट्रान्झिशन् फिट्)
एकरेषात्मक	Colinear	(को-लाईनिअर)
ओतकाम, ओतीव काम	Casting	(कास्टिंग)

क

कठिणीकरण	Hardening	(हार्डनिंग)
कडक	Hard	(हार्ड)
कणाश्म	Granite	(ग्रॅनाईट)
कर्तन टोक	Cutting point	(कटिंग पॉइंट्)
कर्तन दाब	Cutting force	(कटिंग फोर्स)
कर्तन सहाय्यक तेल	Cutting oil	(कटिंग ऑइल्)
कर्तनी हत्यार	Cutting tool	(कटिंगटूल)
कर्ब	Carbon	(कार्बन्)
काटकोन मापी	Fitter's square	(फिटर्स स्क्वेअर्)
कातन यंत्र	Lathe	(लेथ्)
काप, धातूची	Cut, of metal	(कट्, ऑफ् मेटल्)
कार्यकारी अचुकता	Working accuracy	(वर्किंग अॅक्यूरसी)
कार्यकारी पृष्ठभाग	Working surface	(वर्किंग सरफेस्)
कार्यकारी सटका	Working Stroke	(वर्किंग स्ट्रोक्)
कार्यक्षमता	Efficiency	(इफिशिएन्सी)
कुंडलाकार	Helical	(हेलिकल्)

कुन्तल चक्र	Worm wheel	(वर्म व्हील्)
कुन्तल दण्ड	Worm shaft	(वर्म शाफ्ट्)
कूर्पर दण्ड	Connecting rod	(कनेक्टिंग रॉड्)
कूर्पर हस्तक	Crank handle	(क्रँक हॅन्डल)
केत्वातु	Cobalt	(कोबाल्ट्)
कोन मापी	Bevel protractor	(बेव्हल् प्रोट्रॅक्टर्)
कोनमापी संच	Combination-set	(कॉम्बिनेशन् सेट)
कोनी लोखंड	Angle iron	(अँगल् आयर्न)

ख

खिळ	Gudgeon pin	(गजेन्-पिन्)
खिळणी	Fixture	(फिक्शचर)
खोगीर	Saddle	(सॅडल्)

ग

गती वहन	Speed transmission	(स्पीड ट्रान्समिशन्)
ग्रथन	Link	(लिंक्)
गंधक	Sulphur	(सल्फर्)
गभीरता मापी	Depth gauge	(डेफ्थ् गेज्)
गभीरता मापी पट्टी	Rule depth gauge	(रूल डफ्थ गेज्)
गाळा कर्तनी हत्यार	Slotting tool	(स्लॉटिंग टूल्)

घ

घडकाम	Forging	(फोर्जिग्)
घनाकार	Cubical	(क्युबिकल्)

च

चण्ड रंजातु कार्बाइड	Tungsten titanium carbide	(टंगस्टन् टिटानियम् कार्बाइड्)
चण्डातु	Tungsten	(टंगस्टन्)
चण्डातु कार्बाइड	Tungsten carbide	(टंगस्टन् कार्बाइड्)
चण्डातु तीव्र गती पोलाद	Tungsten high speed steel	(टंगस्टन् हाय स्पीड स्टील्)

चलित्र	Motor	(मोटर्)
चुंबकीय बैठक स्कम्भ	Magnetic base block	(मॅग्नेटिक बेस ब्लॉक्)
चौकट	Frame	(फरेम्)

ज

जबडा	Jaw	(जॉ)
'ज्या'	Sine	(साइन्)
'ज्या' प्रमापी	Sine bar	(साइन बार्)
जोडणी	Assembly	(असेंब्लि)

झ

झीज रोधकता	Wear resistance	(वीअर रेझिस्टन्स्)

ट

टणक	Tough	(टफ्)
टॅन्टॅलम	Tantalum	(टॅन्टलम्)
टॅन्टुंग	Tantung	(टॅन्टुंग्)
टाळी पेटी	Clapper box	(क्लॅपर् बॉक्स्)

ड

डवरी	Dovetail	(डोव्ह-टेल्)
डवरी सरक	Dovetail slide	(डोव्हटेल् स्लाईड्)

त

तर्कू	Spindle	(स्पिडल्)
तबकडी मापी	Dial gauge	(डायल गेज्)
तीन जबडयांचा बंधक	Three jaw chuck	(थ्री जॉ चक्)
तीव्र गती पोलाद	High speed steel	(हाय स्पीड् स्टील्)
तेल निगर्त	Oil sump	(ऑइल् सम्प्)
तौलनिक प्रमापी साधन	Indirect measuring instrument	(इंन्डिरेक्ट् मेझरिंग इंस्ट्रूमेंट)

द

दशमान पद्धत	Metric system	(मेट्रिक सिस्टिम्)
दंतिका	Pinion	(पिनिअन्)
द्विदिश पाणसळ	Block level	(ब्लॉक् लेव्हल्)
दोलकभूजा	Rocker arm	(रॉकर आर्म)

ध

धन्वन्	Bow	(बो)
धातू रंधा यंत्र	Planing machine	(प्लेनिंग मशिन)

न

नगाचे प्रस्तर	Steps of job	(स्टेप्स् ऑफ् जॉब्)
निओबिअम्	Niobium	(निओबिअम्)
निष्कर्तनी सटका	Idle stroke	(आइड्ल् स्ट्रोक्)
नियंत्रण साधने	Controls	(कंट्रोलस्)
निरीक्षण	Checking	(चेकिंग्)
निरीक्षण	Inspection	(इन्स्पेक्शन्)
निस्सादित स्फटधातू	Aluminium oxide	(अल्युमिनियम् ऑक्साइड)
नीळ	Prussian blue	(प्रूसिअन् ब्लू)

प

प्रघात रोधक	Impact resisting	(इम्पॅक्ट् रेसिस्टींग्)
पट्ट	Bed	(बेड)
प्रत्यक्षांक	Actual size	(अॅक्च्युअल साईझ)
प्रत्यास्थता	Elasticity	(इलास्टिसिटी)
प्रदाय	Feed	(फिड्)
पन्हळी लोखंड	Channel iron	(चैनेल् आयर्न)
प्रमापी साधने	Measuring instruments	(मेझरिंग इंस्ट्रमेंटस्)
परतीचा सटका	Return strokke	(रिटर्न स्ट्रोक्)
परिमाण स्थाणुता	Diamensional stability	(डिमेन्शनल् स्टॅबिलिटी)
परिमितता	Limit	(लिमिट्)
प्रवण दंतचक्र	Bevel gear	(बेव्हल् गिअर)
पश्चाग्र विसर्पी ठोकळा	Reciprocating sliding ram	(रेसिप्रोकेटिंग् स्लाइडिंग् रॅम्)
पृष्ठपट	Surface plate	(सरफेस प्लेट्)
पाणसळ	Level bottle	(लेव्हल् बॉटल्)
प्राथमिक जुळणी	Sub-assembly	(सब्-असेंब्ली)
पायटयाचा आधार	Foot stock	(फूट् स्टॉक्)
पालिगाम शेगडा	Cam action vice	(कॅम् अॅक्शन् व्हाईस्)
पूर्वदाबन	Preloading	(प्रिलोडिंग)

प्रेरणा, बल	Force	(फोर्स)
फ		
फिरता शेगडा	Swivelling vice	(स्विव्हेलिंग् व्हाइस्)
ब		
बाह्य माप कैवार	Out side caliper	(आऊट् साइड् कॅलिपर्)
बीजगणितीय फरक	Algebraic difference	(आलजिब्राइक डिफरन्स)
बिनचुक	Accurate	(ॲक्युरेट)
बोरातु	Boron	(बोरॉन्)
बैठक	Base	(बेस्)
सूक्ष्म बाह्य मापी	Out side micrometer	(आउट् साइड् मायक्रोमीटर्).
ब्रिल यंत्र	Slotting machine	(स्लॉटिंग मशिन्)
भ		
भारतीय मानक संस्था	Indian Standards Institute	(इंडिअन् स्टँडर्डस् इन्स्टिटयूट)
भास्व्य	Phosphorus	(फॉस्फरस्)
म		
मध्य बिंदू निदेशक	Centre punch	(सेंटर पंच्)
मर्यादित व्यतिहारिता	Limited interchangeability	(लिमिटेड् इंटरचेंजेबिलिटि)
मेष	Ram	(रॅम्)
मोडणी	Dismantle	(डिस्मँटल्)
मौलातु	Molebdenum	(मॉलिबडेनम्)
मौलातु तीव्र गती पोलाद	Molebdenum High Speed Steel	(मॉलिबडेनम् हाय स्पीड स्टील्)
य		
यंत्र ज्यामिती	Geometry of machine	(जिओमेट्रि ऑफ् मशीन्)
यंत्रकामी शेगडा	Machine vice	(मशीन व्हाईस्)
यंत्रण	Machining	(मशिनिंग)
यंत्रण अचुकता	Machining accuracy	(मशिनिंग ॲक्युरसी)
यंत्रपटल	Machine table	(मशीन टेबल्)
यंत्रपरिचारक	Millwright	(मिल्राईट्)

यंत्रोपकरण	Machine tool	(मशीन टूल्)
र		
रम्भ	Barrel	(बैरल्)
रुपित्र	Shaping machine	(शेपिंग मशीन्)
रुळण यंत्र	Rolling mill	(रोलिंग मिल्)
रूप वर्णातु	Nickel chrome	(निकेल् क्रोम्)
रेखांकन	Marking, of lines	(मार्किंग, ऑफ् लाईन्स्)
रेखांकन स्कम्भ	Marking block	(मार्किंग ब्लॉक्)
रेक्सॉलॉय	Rexalloy	(रेक्सॉलॉय)
रोचातू	Vanadium	(व्हेनेडियम्)
ल		
लंगडा माप कैवार	Odd leg caliper	(ऑड् लेग् कॅलिपर्)
लघुतम दर्शकांक	Least count	(लिस्ट काऊंट्)
लवचिक पोलाद	Spring steel	(स्प्रिंग स्टील्)
लोहक	Manganese	(मँगनीज्)
लैरण, सूक्ष्ममापीची	Anvil, of micrometer	(अॅन्व्हील, ऑफ् मायक्रोमीटर)
व		
वंगण	Grease	(ग्रीस्)
वर्णातु	Chromium	(क्रोमियम्)
व्यतिहारता	Interchangeability	(इंटरचेंजेबिलिटी)
व्यत्यय	Interferenc	(इंटरफिअरन्स्)
व्यत्यय अन्वायुक्ति	Interference fit	(इंटरफिअरन्स् फिट्)
व्हर्निअर अनुश्रेणी उंचीमपी	Vernier height gauge	(व्हर्निअर हाईट गेज्)
व्हर्निअर अनुश्रेणी कैवार	Vernier caliper	(व्हर्निअर् कॅलिपर)
व्हर्निअर अनुश्रेणी गभीरता मापी	Vernier depth guage	(व्हर्निअर डेप्थ् गेज्)
वाचनिकांक	Basic size	(बेसिक साईझ्)
वाचिक प्रमापी साधने	Direct measuring instruments	(डीरेक्ट् मेझरिंग् इन्स्ट्रमेंटस्)
वायवीय शेगडा	Pneumatic vice	(न्यूमॅटिक् व्हाईस्)
विखाचन	Knurling	(नर्लिंग्)

विखावत	Deviation	(डेव्हिएशन्)
विचलन	Nut	(नट्)
विनट	Weld	(वेल्ड्)
वितलजोड	Dividing head	(डिव्हायडिंग हेड)
विभाजन उपायोज	Divider	(डिव्हायडर)
विभाजक	Deformation	(डिफॉरमेशन्)
विरूपण	Magnifying glass	(मॅग्निफाईंग ग्लास)
विशालक भिंग		
विसर्पी	Sliding	(स्लाइडिंग्)
विसर्पी मेष	Sliding ram	(स्लाइडिंग रॅम्)
विस्थापन	Displacement	(डिस्प्लेसमेंट्)
वीट प्रमापी	Slip gauge	(स्लिप गेज्)
वीट प्रमापी संच	Slip gauge box	(स्लिप गेज् बॉक्स्)
व्ही ठोकळा	Vee block	(व्ही-ब्लॉक्)
वेल्लन	Roller	(रोलर्)
श		
शाणन	Grinding	(ग्राइंडिंग)
शेगडा	Vice	(व्हाईस्)
स		
स्कन्द	Spring	(स्प्रिंग्)
स्कम्भ	Column	(कॉलम्)
सटका	Stroke	(स्ट्रोक्)
सार्वत्रिक व्यतिहारिता	Strict interchangeability	(स्ट्रिक्ट् इंटरचेंजेबिलिटी)
स्तरीय ठोकळा	Stepped block	(स्टेप्ड् ब्लॉक्)
समतल प्रमापी	Planer gauge	(प्लेनर् गेज्)
संपीडन	Wringing	(रिन्गींग)
स्फटचातू	Aluminium	(अल्युमिनियम)
संबंधित	Related	(रिलेटेड्)
समतलन	Levelling	(लेव्हलिंग)
समांतर पट्टिका	Parallel block	(पॅरलल् ब्लॉक्)
सरळ रेषा प्रमापी	Straight edge	(स्ट्रेट एज्)
संवेदन दांडी	Sensing pin	(सेन्सिग पिन्)
सांगाडी काम	Structural work	(स्ट्रक्चरल वर्क)
साधे विभाजन	Simple indexing	(सिंपल इंडेक्सिग्)
स्थिर धारवा	Fixed bearing	(फिक्सड् बेअरिंग)
सिद्धांत	Principle	(प्रिन्सिपल्)

सीतेषा दण्ड	Spline shaft	(स्प्लाइन शाफ्ट्)
सीतेषा धानी	Spline sleeve	(स्प्लाइन स्लीव्ह)
सूत्रक	Screw	(स्क्रू)
सूक्ष्म गभीरता मापी	Depth micrometer	(डेफ्थ् मायक्रोमीटर)
सूक्ष्ममापी	Micrometer	(मायक्रोमीटर)
सूक्ष्मांतर मापी	Inside micrometer	(इन्साइड् मायक्रोमीटर)
स्नेहल यंत्रणा	Lubricating mechanism	(लुब्रिकेटिंग् मेकॅनिझम्)
स्टेलाइट	Stellite	(स्टेलाइट)
सैकजा	Silicon	(सिलिकॉन्)

ह

हस्तक	Handle	(हँडल्)
हत्यार शीर्ष	Tool box	(टूल बॉक्स्)

क्ष

क्षमता	Capacity	(कॅपॅसिटी)
क्षैतिज सरक	Cross slide	(क्रॉस स्लाईड)
क्षैतिज सरक रूळ	Cross rail	(क्रॉस रेल)

टीप— पृष्ठांक ११२ वर Tungsten high speed stool असे नजरचुकीने छापले आहे. त्या ठिकाणी Tungsten high speed steel असे वाचावे.

सूची

संदर्भ ग्रंथांची यादी

1) Machine Tool Operation Part II
—Burghardt and Axlerod

2) Workshop Technology—Part I and II
—WAJ Chapman

3) Kent's Mechanical Engineers' Hand Book

4) Tool Engineers' Hand Book
—ASTME

5) Engineering Inspection
— Parkinson

6) Testing Machine Tools
—Dr. G. Schlesinger

7) The New American Machinists'
Hand Book
—American Machinist

8) Modern Work Shop Technology, Part II
—Dr. H. Wright Baker

9) Gauge Blocks and Accessories
—C. E. Johanson Catalogue No. 12-1

10) Mitutoyo Catalogue No. E00011

11) Chart for Shaping Machines
—IS : 2310 : 1963

12) Specifications for Hack Saw Blades
—IS 234 : 1963

13) Limits Fits and Tolerances
—IS : 2101 : 1962 and IS : 2102 : 1962

14) कातकाम मार्गदर्शक—शं. गो. भिडे

15) कातन यंत्राचे अंत ग—शं. गो. भिडे

"उत्पादकता" हे साध्य नव्हे, तर / साधन आहे !

प्रमाणे

- कालच्या शस्त्रांनी आज लढून उद्या जगता येणार नाही त्यासाठी, नवे विज्ञान तथा नवे तंत्र आज नव्याने केल्या जात असलेल्या शास्त्रीय परिभाषेत शिकणे आवश्यक आहे.

- कामगारास मातृभाषेत शिक्षण देऊन त्याची **उत्पादकता** वाढविता येईल........हे केवळ शक्यच नव्हे तर आवश्यक आहे.

- यांत्रिक क्षेत्रातील ही वाटचाल भावी पिढीच्या उज्वल भवितव्याची गुरुकिल्ली आहे, कारण विचार जेव्हा आकृतीसह आकार घेतात तेव्हा ते खऱ्या अनुभूतीचे द्योतक होय. ....अनुभवामुळे विषयातील काठिण्य विद्यार्थ्यांच्या कल्पकतेत उतरविण्याची ही नाविन्यपूर्ण कलात्मक सुलभता लेखनाच्या आणि आकृतीच्या माध्यमातून उत्तम साध्य झाल्यामुळे विद्यार्थ्यांना अल्प परिश्रमात पुष्कळच पदरी पडते ....ह्या दृष्टिकोनांतून लेखकाचे परिश्रम फारच मोलाचे आहेत.